

ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

**“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y
REPARTO DE PETROLÍFEROS DE LAGOS DE
MORENO”**

PRESENTADO POR

OLSTOR SERVICES, S.A. DE C.V.

Elaborado por:

PRESENTADO POR

Elaborado por:

DESARROLLO INDUSTRIAL QUEZAL, S.A. DE C.V.

Marzo 2019

ÍNDICE

I	ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.....	1
I.1	Descripción del Proceso.....	2
I.1.1	MECÁNICA DE SUELOS.....	2
I.1.2	SISMICIDAD DE LA ZONA.....	3
I.1.3	TOPOGRAFÍA DEL SITIO.....	4
I.1.4	SISMICIDAD DEL PREDIO.....	¡Error! Marcador no definido.
II	NORMATIVIDAD APLICABLE EN EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA Y DISEÑO, NORMAS NACIONALES	6
III	Proyecto y/o Instalación.....	14
III.1	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO	18
III.1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE PETROLÍFEROS.....	18
III.1.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE RECEPCIÓN DE PETROLÍFEROS	19
III.1.3	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENTREGA DE PETROLÍFEROS	20
III.1.4	Diseño Mecánico.....	28
III.1.5	Obra Eléctrica.....	39
III.1.6	Proyecto Sistema Contra Incendio.....	42
IV	DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	70
IV.1	Ubicación del Proyecto y/o Instalación, incluyendo coordenadas geográficas y/o Universal Transversal Mercator (UTM) y plano de localización, además de la información relacionada con los asentamientos humanos y componentes ambientales que sean susceptibles de verse afectados, para lo cual describirán las zonas vulnerables y su proximidad a la Instalación (casas, hospitales, escuelas, centros de población, Instalaciones aledañas, centros comerciales, cuerpos y corrientes de agua, flora, fauna, carreteras, áreas naturales protegidas, regiones hidrológicas prioritarias, regiones marinas prioritarias, regiones terrestres prioritarias, áreas de conservación de aves, sitios Ramsar entre otros) dentro de un radio de 500 metros a partir de la ubicación del Proyecto.....	70
IV.2	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	80
IV.2.1	ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.....	80
IV.3	Antecedentes de Accidentes e Incidentes de Proyectos e Instalaciones similares.....	82
IV.3.1	Análisis de Riesgos	90
IV.3.2	Metodologías de identificación y jerarquización.....	93
IV.3.3	Hazop.....	93
IV.3.4	Principio ALARP.....	105
IV.4	Análisis LOPA	113
IV.4.2	Análisis de Riesgo	177
IV.4.3	EJECUCIÓN DE LA METODOLOGÍA LOPA.....	178
IV.5	Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo.....	195

IV.6	Análisis de Vulnerabilidad	196
IV.7	SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO	213
IV.8	RECOMENDACIONES	233
IV.9	RESUMEN	239
IV.10	PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO.	241
V	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	242

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equipos de proceso y auxiliares	15
Tabla 2. Condiciones de operación de la Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno	17
Tabla 3. Áreas de la Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno	23
Tabla 4. Estimado preliminar de las propiedades de fluidos que se manejarán en la Terminal ..	29
Tabla 5. Localización de tanques superficiales para almacenamiento de petrolíferos, aditivos y biocombustibles	30
Tabla 6. Referencia aplicable para Tabla 1.	32
Tabla 7. Requerimientos de distancia entre tanques superficiales por su tipo y capacidad.	32
Tabla 8. Tanques de almacenamiento de la Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno ..	34
Tabla 9. Lista de productos manejados en la Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno ..	68
Tabla 10. Coordenadas extremas del proyecto	71
Tabla 11. Antecedentes de accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares	82
Tabla 12. Listado de sustancias a manejarse en la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lagos de Moreno	90
Tabla 13. Propiedades fisicoquímicas, características de inflamabilidad y rombo de identificación de las sustancias peligrosas utilizadas en el sitio.	91
Tabla 14. Criterios de clasificación de riesgo según la NOM-018-STPS-2000.	91
Tabla 15. Análisis Preliminar de Peligros en el almacén de combustibles	92
. Tabla 16. Aplicación de las palabras guía.	95
Tabla 17. Causas típicas de Pérdida de Contención	98
Tabla 18. Salvaguardas genéricas e inherentes para proteger o para mitigar las consecuencias de descargas de material	98
Tabla 19. Causas Típicas de Errores de Procedimiento.	102
Tabla 20. Causas típicas de fuga o ruptura	102
Tabla 21. lista de nodos para la identificación de peligros	103
Tabla 22. Categorías de Frecuencia para aplicación en PEMEX.	106
Tabla 23. Categorías de Consecuencias para aplicación en PEMEX.	107
Tabla 24. Valores sobre la determinación de la frecuencia máxima permitida en la NRF-045-PEMEX 2002	114
Tabla 25. Categorías de probabilidad de ocurrencia	115
Tabla 26. Categorías de las consecuencias	115
Tabla 27. Matriz de Clasificación del riesgo de acuerdo a IEC 61508	116
Tabla 28. Valoración del SIL contra Alta y Baja demanda de acuerdo a IEC 61508	116
Tabla 29. Niveles SIL en la industria de proceso	117
Tabla 30. Escenarios de Riesgo identificados para cada una de las Sustancias Peligrosas ...	139
Tabla 31. Datos para el inventario y la tasa de descarga	142
Tabla 32. Efectos de radiación térmica según la intensidad de radiación emitida	146
Tabla 33. Valores de sobrepresión y daño producido en detonaciones	147
Tabla 34. Tipo de estabilidad.	149
Tabla 35. Relación entre las clases de estabilidad y las condiciones meteorológicas	150
Tabla 36. Diámetros equivalentes de la fuga (DEF).	152
Tabla 37. Tiempo de Fuga.	153

Tabla 38. Valores umbrales sobre personas.....	154
Tabla 39. Efectos del flash fire.....	157
Tabla 40. Efectos a diferentes niveles de radiación térmica.....	158
Tabla 41. Vulnerabilidad de Materiales.....	158
Tabla 42. Efectos de emisiones tóxicas.....	159
Tabla 43. Efectos derivados de la sobre-presión.....	160
Tabla 44. Definiciones de zonas de Seguridad.....	161
Tabla 45. Resultados de la evaluación de consecuencias explosión (sobrepresión), Evento 1	162
Tabla 46. Resultados de la evaluación de consecuencias inflamabilidad (Radiación Térmica), Evento 1.....	164
Tabla 47. Resultados de la evaluación de consecuencias explosión (sobrepresión), Evento 2	170
Tabla 48. Resultados de la evaluación de consecuencias inflamabilidad (Radiación Térmica), Evento 2.....	170
Tabla 49. Resultados de la evaluación de consecuencias explosión (sobrepresión), Evento 3	173
Tabla 50. Resultados de la evaluación de consecuencias inflamabilidad (Radiación Térmica), Evento 3.....	174
Tabla 51. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo.....	177
Tabla 52. Área inflamable de la nube de vapor.....	179
Tabla 53. máximos alcances de la radiación térmica.....	179
Tabla 54. Alcances de las presiones de las ondas expansivas para cada evento.....	180
Tabla 55. Categorías de las consecuencias sobre el personal dentro las instalaciones.....	181
Tabla 56. Categorías de las consecuencias sobre la comunidad fuera de las instalaciones ...	181
Tabla 57. valores de probabilidad de ocurrencia.....	193
Tabla 58. Categorías de probabilidad de ocurrencia de la IEC 61508.....	193
Tabla 59. Resultados nodos 7,8 y 9.....	195
Tabla 60. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo.....	196
Tabla 61. Frecuencias relativas de ocurrencia de efectos dominó para tipos de instalaciones primarias y secundarias.....	199
Tabla 62. Naturaleza de los efectos físicos en accidentes graves con efecto dominó.....	200
Tabla 63. Representación de los accidentes primarios, efectos y epicentros para los casos de tanques de almacenamiento bajo presión.....	202
Tabla 64. Representación de los accidentes primarios, efectos y epicentros para los casos de tanques de almacenamiento atmosféricos o criogenizados.....	202
Tabla 65. Criterios utilizados para evaluar los alcances del efecto dominó.....	203
Tabla 66. Criterios utilizados para evaluar el efecto dominó en las instalaciones industriales de la TAR Lagos de Moreno”.....	207
Tabla 67. Interacción de riesgos para la TAR Lagos de Moreno, por Inflamabilidad (incendio tipo Charco o Pool Fire).....	211

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sismicidad de la zona	3
Figura 2. Gráfica del espectro de diseño.....	3
Figura 3. El diagrama de Lagos de Moreno muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad.	4
Figura 4. Rosa de los Vientos para Lagos de Moreno.....	5
Figura 5. Sismicidad del Predio	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6. Gráfica del espectro de diseño.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. Ubicación de la TAR LAGOS DE MORENO con respecto a las áreas pobladas.....	22
Figura 8. Detector de Flama	57
Figura 9. Horizontal: 100 °	57
Figura 10. Vertical: +50 ° (down) , -45 ° (up).....	58
Figura 11. Federal Signal Corporation	58
Figura 12. Luz Estroboscópica.....	59
Figura 13. Botonera para Alarma de Incendio.....	59
Figura 14. ubicación de los LHD	62
Figura 15. Caja de Conexiones Eléctricas para Detectores LHD.....	63
Figura 16. Mapa de uso de suelo del Municipio de Lagos de Moreno.....	73
Figura 17. Ubicación del proyecto con respecto a las asentamientos mas proximos	74
Figura 18. Ríos y lagos próximos al sitio del proyecto.....	76
Figura 19. Áreas naturales protegidas más próximas al sitio del proyecto	77
Figura 20. Regiones hidrológicas Prioritarias próximas al sitio del proyecto	78
Figura 21. Área de importancia de conservación de aves.....	79
Figura 22. Principio ALARP	105
Figura 23. Capas de protección “LOPA”	119
Figura 24. Plano radios de afectación Evento 1 explosión	163
Figura 25. Plano radios de afectación Evento 1 incendio.....	165
Figura 26. Plano radios de afectación Evento 1 explosión (catastrófico).....	167
Figura 27. Plano radios de afectación Evento 1 incendio (catastrófico)	168
Figura 28. Plano radios de afectación Evento 2 explosión	171
Figura 29 Plano radios de afectación Evento 2 incendio.....	172
Figura 30. Plano radios de afectación Evento 3 explosión	175
Figura 31. Plano radios de afectación Evento 3 incendio.....	176
Figura 32. árbol de decisión.....	183

I ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

ANTECEDENTES

La Agencia de Seguridad Energía y Ambiente a través de su Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento (DGGTA), autorizó de manera condicionada la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular (MIA-P) y el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) del proyecto de mi representada denominado “Terminal de Almacenamiento y Reparto Lagos de Moreno” Ubicado en [REDACTED]

DOMICILIO DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

El proyecto consistía en la construcción y operación de una Terminal de Almacenamiento y Reparto (TAR) de productos petrolíferos que incluyen gasolina premium, gasolina magna y combustible Diésel con una capacidad de almacenamiento de 40,000 barriles (6,360 m3) en un predio aproximadamente de 144,508.38 m2.

A su vez, la Comisión Reguladora de Energía (la “Comisión”) otorgó a OLSTOR SERVICES, S.A. DE C.V., el título de permiso de almacenamiento de petrolíferos (diésel y gasolina) número PL/20111/ALM/2017, mediante resolución número RES/1132/2017 de fecha 15 de junio de 2017, cuya capacidad de diseño es de 7,949.36 m3 (50,000 barriles). Debido a que por su ubicación el proyecto se encuentra en un lugar estratégico y existe una alta demanda de estos combustibles en la zona de influencia del proyecto, OLSTOR SERVICES, S.A. DE C.V., solicitó la modificación del título de permiso PL/20111/ALM/2017; misma que fue autorizada por la Comisión mediante resolución número RES/1492/2018 de fecha 28 de junio de 2018 por el aumento en su capacidad de 50,000 barriles a 300,000 barriles, toda vez que los 5,000 barriles adicionales refieren a un tanque de almacenamiento de un producto no regulado por la Comisión, como lo son los aditivos.

Asimismo, OLSTOR SERVICES, S.A. DE C.V., ha seguido con los trámites que le son aplicables derivados de la actividad que pretende realizar en el sector hidrocarburos en materia de seguridad industrial y protección al ambiente; solicitó ante la Agencia la autorización de la Conformación del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Ambiente y Clave Única de Registro del Regulado (CURR) autorizado por la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales de esta Agencia, resolviendo favorablemente mediante oficio de fecha 22 de noviembre 2018, y otorgando la constancia de registro de conformación del SASISOPA de mi representada con CURR número ASEA-OOS18F27C, para un sistema de almacenamiento de petrolíferos con capacidad de 305,000 barriles. Dando seguimiento a la segunda parte del proceso de autorización del Sistema de Administración del proyecto de OLSTOR SERVICES, S.A. DE C.V., el pasado 30 de enero del año en curso se presentó el trámite para solicitar la autorización del Sistema a Implementar.

En materia de impacto social, OLSTOR SERVICES, S.A. DE C.V. obtuvo resolución favorable de la Secretaría de Energía (Sener) respecto de la Evaluación de Impacto Social del proyecto denominado “Terminal de Almacenamiento y Reparto Olstor Services, S. A de C. V., consistente en el desarrollo, construcción, operación y mantenimiento de una terminal de almacenamiento y reparto con una capacidad instalada de 48,495,000 litros (305,000 bls)”, mediante oficio número 117.-DGAEISyCP.3357/18 de fecha 22 de octubre de 2018.

En el Anexo 1 se incluyen los documentos que aquí se mencionan..

I.1 Descripción del Proceso.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN

Los Regulados indicarán la fecha programada para el inicio de operación (proyectos nuevos) o la fecha de inicio de operación (instalaciones en operación).

De igual modo, indicarán los criterios y normas consideradas para la elaboración de las bases de diseño del Proyecto y/o Instalación, en las cuales se observe que se han aplicado las mejores prácticas nacionales e internacionales, así como los criterios de ingeniería; considerando entre otros, la susceptibilidad de la zona a los fenómenos naturales o los causados por el hombre, efectos hidrometeorológicos adversos (inundaciones, huracanes, tornados, vientos extremos, heladas, tormentas eléctricas, sismos, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, vulcanología, entre otros).

I.1.1 MECÁNICA DE SUELOS.

Para el diseño del proyecto, se realizó un estudio de mecánica de suelos con el objeto de determinar los parámetros de resistencia y deformabilidad de los materiales del sub-suelo, mismos que son necesarios para obtener la capacidad de carga, la profundidad de desplante, el tipo de cimentación y las bases para el diseño de la cimentación para los tanques de almacenamiento y para el cálculo y diseño estructural de las zonas proyectadas en el área de recepción, área de almacenamiento, área de entrega y áreas auxiliares de conformidad con los Reglamentos de Construcción Local y con la Norma Oficial Mexicana NOM-EM0-003-ASEA 2016.

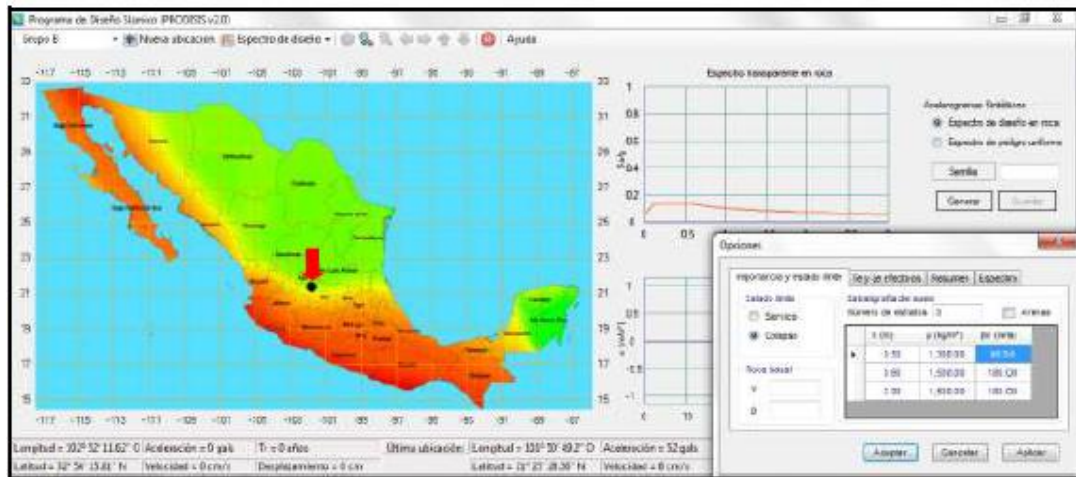
Para determinar el tipo de suelo, se realizó el estudio de Mecánica de suelos del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

- a) Reconocimiento del sitio en estudio.
- b) Determinación de la estratigrafía superficial por medio de la exploración de sondeos a cielo abierto
- c) Descripción y clasificación de los materiales de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- d) Determinación de los parámetros de resistencia y deformabilidad de los materiales muestreados.
- e) Determinación de la capacidad de carga admisible.

I.1.2 SISMICIDAD DE LA ZONA.

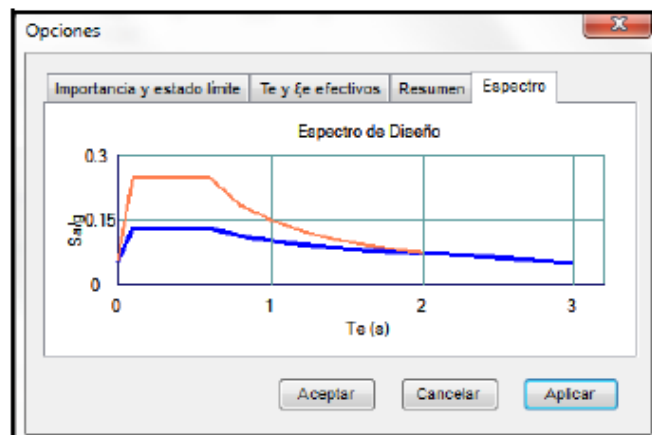
De acuerdo al Estudio de Mecánica de Suelos, para determinar los coeficientes de diseño sísmico, se utilizó el programa “PRODISIS” y el “Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, Diseño por Sismo 2008”. El sitio en estudio se encuentra ubicado en la ciudad de Lagos de Moreno, Jalisco. El punto negro presenta la ubicación geográfica. En el recuadro inferior derecho se presentan las densidades del suelo y la velocidad de las ondas en los diferentes estratos.

Figura 1. Sismicidad de la zona



A continuación, se presenta la gráfica del espectro de diseño, así como, el resumen de resultados de los coeficientes sísmicos de diseño, considerando los resultados de los ensayos de laboratorio, el tipo de obra, que corresponde al tipo “B” y la ubicación del sitio en estudio.

Figura 2. Gráfica del espectro de diseño



Los datos descritos en el párrafo anterior, serán utilizados para el cálculo y diseño estructural de las zonas proyectadas en el área de recepción, área de almacenamiento, área de entrega y áreas auxiliares de conformidad con los Reglamentos de Construcción Local y con la Norma Oficial Mexicana NOM-EM-003-ASEA-2016.

I.1.3 TOPOGRAFÍA DEL SITIO.

La topografía del sitio se muestra en el plano ATSI-441-16-500-TOP-001 rev.0 (**ANEXO 2**), donde se determinaron los niveles, poligonal del predio, ubicación georreferencial por medio de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) y la superficie del terreno; lo anterior con la finalidad de considerar los resultados plasmados en el plano antes descrito, para el diseño de zonas proyectadas en la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lagos de Moreno, de acuerdo con la NOM-EM-003-ASEA-2016.

CONDICIONES DE VIENTOS DOMINANTES.

Para dar cumplimiento con lo establecido en la NOM-EM-003-ASEA-2016, se tomaron en cuenta los vientos dominantes para el cálculo y diseño estructural del área de recepción, área de almacenamiento, área de entrega y áreas auxiliares, de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Construcción Local y el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (MDOC CFE), edición 2008.

Los vientos dominantes en dirección suroeste, ocurren de octubre a febrero; de julio a agosto son en dirección sureste; y en septiembre son con dirección noreste.

Figura 3. El diagrama de Lagos de Moreno muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad.

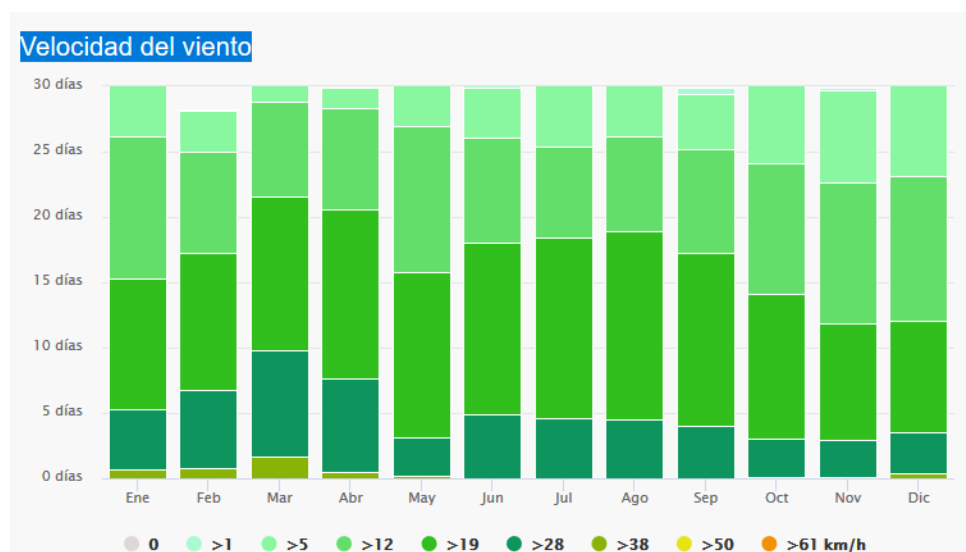
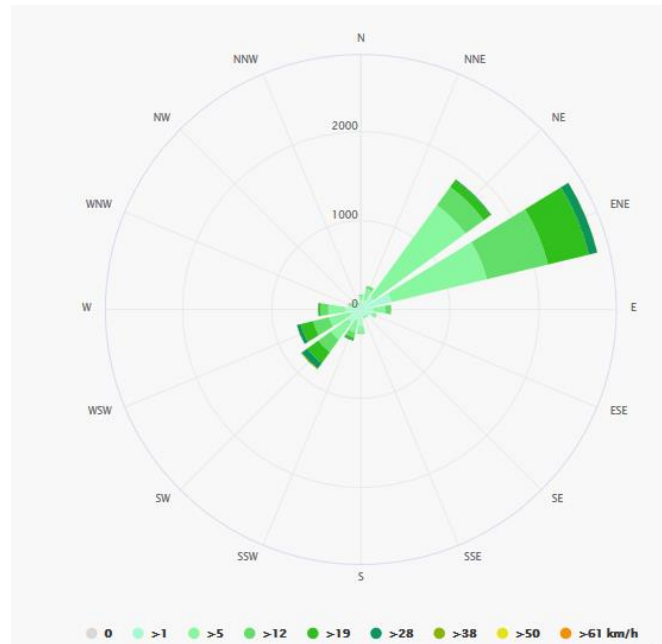


Figura 4. Rosa de los Vientos para Lagos de Moreno



La Rosa de los Vientos para Lagos de Moreno muestra el número de horas al año en que el viento sopla en la dirección indicada. Ejemplo SO: El viento está soplando desde el Suroeste (SO) para el Noreste (NE)

II NORMATIVIDAD APLICABLE EN EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA Y DISEÑO, NORMAS NACIONALES

Norma Oficial Mexicana (NOM)

NOM-EM-003-ASEA-2016,	Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo.
NOM-006-ASEA-2017	Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, prearranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos y petróleo, excepto para gas licuado de petróleo.
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (Utilización)
NOM-008-SCFI-2002	Sistema general de unidades de medida
NOM-013-SCFI-2004	Instrumentos de medición – Manómetros con elemento elástico – Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-146-SCFI-2001	Productos de vidrio-Vidrio de seguridad usado en la construcción-Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-003-SEGOB-2011	Señales y avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.
NOM-001-STPS-2010	Edificios, Locales, Instalaciones y áreas en los Centros de Trabajo Condiciones de Seguridad.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo
NOM-018-STPS-2015	Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo.
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
NOM-100-STPS-1994	Seguridad-Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida-Especificaciones.
NOM-034-SCT2-2011	Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.
NOM-016-CRE-2016	Especificaciones de calidad de los petrolíferos

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

RES/811/2015	Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide las disposiciones administrativas de carácter general en materia de mediciones aplicables a la actividad de almacenamiento de petróleo, petrolíferos y petroquímico
--------------	--

Norma Mexicana (NMX)

NMX-J-534-ANCE-2013	Tubos (conduit) de acero tipo pesado para la protección de conductores eléctricos y sus accesorios – Especificaciones y métodos de prueba.
NMX-CH-036-1994-SCFI	Instrumentos de medición - Indicadores de carátula.
NMX-CH-003-1993	Instrumentos de medición - Manómetros de presión, vacuómetros, manovacúómetros indicadores y registradores con elementos sensores elásticos (Instrumentos ordinarios).
NMX-CH-4006-IMNC-2009	Medición de flujo de fluidos en conductos cerrados. Vocabulario y símbolos.
NMX-J-010-ANCE-2011	Conductores con Aislamiento termoplástico para Instalaciones hasta 600 Volts. – Especificaciones.
NMX-J-012-ANCE-2008	Conductores, cable de cobre con cableado concéntrico Para usos eléctricos – Especificaciones.
NMX-J-061-ANCE-2009	Conductores - Cables Multiconductores para distribución Aérea o Subterránea a baja tensión - Especificaciones
NMX-J-235-ANCE-2008	Envoltentes para uso en equipo eléctrico – Parte 1: Consideraciones no ambientales – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-J-292-ANCE-2005	Cubiertas protectoras de materiales Termoplásticos, para conductores eléctricos Especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-294-ANCE-2008	Conductores - Resistencia de Aislamiento – Método prueba.
NMX-J-529-ANCE-2006	Grados de protección proporcionados por los envoltentes (Código IP). (Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)).
NMX-EC-17025-IMNC-2006	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.
NMX-C-422-ONNCCE-2002	Losetas cerámicas esmaltadas y sin esmaltar para piso y muro. Especificaciones y métodos de prueba.
NMX-C-441-ONNCCE-2011	Concreto – Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso no estructural. Especificaciones.

Manuales de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (MDOC CFE), edición de 2008 para viento y edición de 2008 para sismo.

NORMAS INTERNACIONALES

International Electrotechnical Commission (IEC)

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

IEC 60331-11	Test for Electrical Cables under Fire Condition – Circuit Integrity
IEC 60332-3-10	Tests on electric cables under fire conditions Part 10: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables
IEC-60529	Classification and Degree of Protection Provide by Enclosures.
IEC-60534-3-1	Industrial process control valves- part 3-1
IEC-60534-3-2	Industrial process control valves- part 3-2
IEC-60534-8-3	Industrial process control valves- part 8-3
IEC-60534-8-4	Industrial process control valves- part 8-4
IEC 60654-1	Industrial-process measurement and control equipment – Operating conditions – Part 1: Climatic conditions.
IEC 60654-3	Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment. Part 3: Mechanical influences.
IEC 60754	Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables Part 1: Determination of the Amount of Halogen Acid Gas-Part 2: Determination of Degree of Acidity of Gases Evolved During the Combustion of Materials Taken from Electric Cables (Acid Gas Generation: HCL<17%)
IEC-60079-0	Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements
IEC-60079-1	Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures “d”
IEC-60079-7	Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety “e” IEC-60079-10 (2002-06) Versión Oficial en Español – Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 10. Clasificación de emplazamientos peligrosos.
IEC-60079-11	Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety “i”.
IEC 60079-25	Sistemas Eléctricos de Seguridad Intrínseca
IEC/TR-60079-16	Versión Oficial en Español - Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 16: Ventilación artificial para la protección de salas para analizadores.
IEC 60079-25	Sistemas Eléctricos de Seguridad Intrínseca
IEC-60529	Classification and Degree of Protection Provide by Enclosures.
IEC 61000-6-2	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 2: Immunity for industrial environments.
IEC 61000-6-4	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 4: Emission standard for industrial environments.
IEC 61034	Measurement of Smoke Density of Cables Burning Under Defined Conditions
IEC-61131-1	Versión Oficial En español - Autómatas programables. Parte 1: Information general.
IEC-61131-2	Programmable controllers - Part 2: Equipment requirements and tests.
IEC-61131-3	Programmable controllers - Part 3: Programming languages.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

IEC/TR-61131-4	Programmable controllers - Part 4: User guidelines.
IEC/TR 61131-8	Programmable Controllers - Part 8: Guidelines for the application and implementation of programming languages
IEC 61131-5	Programmable controllers - Part 5: Communications.
IEC-61158	Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems - Part 3: Data link service definition.
IEC/TR 61158-1	Industrial communication networks - Fieldbus specifications - Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series
IEC 61326-1	Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements - Part 1: General requirements. .
IEC 61508-2	Versión Oficial En español - Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/ electrónicos programables relacionados con la seguridad. Parte 2: Requisitos para los sistemas eléctricos/electrónicos/ electrónicos programables relacionados con la seguridad.
IEC 61508-3	Versión Oficial En español Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables relacionados con la seguridad. Parte 3: Requisitos del software (soporte lógico).
IEC 61508-4	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 4: Definitions and abbreviations.
IEC 61508-5	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems part 5: examples of methods for the determination of safety integrity levels.
IEC 61508-6	Versión Oficial En español - Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/ electrónicos programables relacionados con la seguridad. Parte 6: Directrices para la aplicación de las normas CEI 61508-2 y CEI61508-3.
IEC 61508-7	Functional safety of electrical/electronic/programable electronic safety related systems part 7: overview of techniques and measures.
IEC 61511-SER	Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – All parts (Seguridad funcional – Sistemas instrumentados de seguridad para el sector industrial de procesos – Todas las partes).
IEC-61515	Mineral insulated thermocouple cables and thermocouples.

International Organization for Standardization (ISO)

API 6D/ISO 14313	Specification for Pipeline Valves
ISO 91-2	Tablas de medición del petróleo, parte 2 tablas para referencia de temperatura 20°C
ISO TAG4 / WG3	Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement
ISO 924-1 a 5	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs).

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

ISO-15848-2	Válvulas industriales-medición, pruebas y procedimientos de calificación para emisión de fugas-parte 2: pruebas de aceptación de válvulas de producción. Primera edición 2006-08-15
ISO-15848-1	Válvulas industriales-medición, pruebas y procedimientos de calificación para emisión de fugas-parte 1: Sistema de clasificación y procedimientos de calificación para tipo de prueba de válvulas. Primera edición 2006-01-15
ISO 4266-1	Petroleum and liquid petroleum products – Measurement of level and temperature in storage tanks by automatic methods - Part.1: Measurement of level in atmospheric tanks (Productos del petróleo y petróleo líquido - Medición de nivel y temperatura en tanques de almacenamiento por métodos automáticos - Parte 1: Medición de nivel en tanques atmosféricos).
ISO-5167-1	Measurement of fluid by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full-- Part 1:General principles and requirements
ISO/IEC 7498-1	Information Technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: the Basic Model
ISO/IEC 8072	Information Technology – Open Systems Interconnection – Transport Service Definition
ISO 8326	Information Technology – Open Systems Interconnection – Session Service Definition
ISO 9506-2	Industrial Automation systems – Manufacturing message specification – Part 2 Protocol specification –.
ISO 10790	Measurement of fluid flow in closed conduits - Guidance to the selection, installation and use of Coriolis meters (mass flow, density and volume flow measurements) (Medición de flujo de fluidos en conductos cerrados - Guía para la selección, instalación y uso de medidores Coriolis (mediciones de flujo másico, densidad y flujo volumétrico)

International Organization of Legal Metrology (OIML)

OIML R85	Automatic level gauges for measuring the level of liquid in fixed storage tanks (Medidores automáticos de nivel para la medición del nivel de líquido en tanques de almacenamiento fijos).
OIML R-117-1	Dynamic measuring systems for liquids other than water

CÓDIGOS, ESTÁNDARES Y NORMAS EXTRANJERAS

Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA)

ISA S5.1	Instrumentation Symbols and Identification
----------	--

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

ANSI/ISA-S71.04	Environmental Conditions for Process Measurement and Control Systems: Airborne Contaminants.
ISA S20	Specification Forms for Process Measurement and Control Instruments, Primary Elements and Control Valves
ANSI/ISA-50.02	Fieldbus Standard for Use in Industrial Control Systems
ANSI/ISA S84.01	Aplicación de los sistemas instrumentados de seguridad para las industrias de proceso (application of safety instrumented systems for the process industries).

American Petroleum Institute (API)

API-RP-500	Practica recomendada para instalaciones eléctricas en aéreas clasificadas como clase 1, división 1 y división 2, en instalaciones de Proceso
API-RP-545	Recommended Practice for Lightning Protection of Aboveground Storage Tanks for Flammable or Combustible Liquids
API RP 551	Process Measurement Instrumentation
API RP 552	Signal Transmission Systems
API- RP 554	Process Control Systems – Process Control System Design
API-RP-2003	Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lighting and Stray Currents
API- RP 2350	Overfill Protection for Storage Tanks in Petroleum Facilities
API- 2610	Design, Construction, Operation, Maintenance, and Inspection of Terminal and Tank Facilities.
API MPMS 1	Manual of petroleum measurement standards – Chapter 1 – Vocabulary (Manual de estándares de medición del petróleo – Capítulo 1 – Vocabulario).
API MPMS 3.1A	Practicas estándar para la medición manual del petróleo y productos derivados
API MPMS 3.1B	Manual of petroleum measurement standards – Chapter 3 – Tank gauging – Section 1B – Standard practice for level measurement of liquid hydrocarbons in stationary tanks by automatic tank gauging (Manual de estándares de medición del petróleo – Capítulo 3 – Medición en tanque – Sección 1B – Práctica estándar para la medición de nivel de hidrocarburos líquidos en tanques estacionarios por medio de medición automática en tanque).
API MPMS 3.6	Medición de hidrocarburos líquidos mediante sistemas híbridos de medición de tanques.
API MPMS 5.3	Measurement of Liquid Hydrocarbons by Turbine Meters
API MPMS 5.6	Measurement of Liquid Hydrocarbons by Coriolis Meters
API MPMS 5.8	Measurement of Liquid Hydrocarbons by Ultrasonic Meters
API MPMS 6.2	Loading Rack Metering Systems
API MPMS 7.3	Temperature Determination—Fixed Automatic Tank Temperature Systems
API MPMS 9	Density Determination

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

API MPMS 11	Physical Properties Data (Volume Correction Factors)
API MPMS 12	Calculo de las cantidades de petróleo.
API Standard 610	Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries
API Standard 650	Welded Tanks for Oil Storage
API Standard 651	Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tanks

National Electrical Manufacturer's Association (NEMA)

NEMA 250	Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)
----------	--

National Fire Protection Association (NFPA)

NFPA 10-2013	Standard for portable fire extinguishers
NFPA 11-2016	Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam
NFPA 12-2015	Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems
NFPA 13-2016	Standard for the installation of sprinkler systems
NFPA 14-2016	Standard for the installation of standpipes and hose systems
NFPA 15-2017	Standard for water spray fixed systems for fire protection
NFPA 20-2016	Standard for the Installation of stationary pumps for fire protection
NFPA 22-2013	Standard for water tanks for private fire protection
NFPA 24-2016	Standard for the Installation of private fire service mains and their appurtenances
NFPA-25-2017	Standard for the inspection, testing, and maintenance of water-based fire protection systems
NFPA 30-2015	Flammable and combustible liquids code
NFPA-70-2017	National electrical code
NFPA-72-2016	National fire alarm and signaling code
NFPA-101-2015	Life safety code
NFPA-170-2015	Standard for fire safety and emergency symbols
NFPA-497-2017	Recommended Practice for the Classification of Flammable liquids, Gases or Vapors and of Hazardous (classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas
NFPA-780-2017	Standard for the installation of lightning protection systems
NFPA 2001-2015	Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems

American Society of Mechanical Engineers (ASME)

ASME B16.20	Metallic gasket for pipe flanges ring/joint, spiral-wound and jacketed
ASME B16.21	Nonmetallic flat gasket for pipe flanges revision of ANSI B16.21
ASME B31.3	Process Piping
ASME IX	Welding and Brazing Qualifications
ASME BPVC	Boiler and Pressure Vessel Code
ASME Boiler and Pressure Vessel Code Secc. VIII Div. 1	Rules for Construction of Pressure Vessels (Reglas para la construcción de recipientes a presión)

American Society for Testing and Materials (ASTM)

ASTM A-36	Standard Specification for Carbon Structural Steel
ASTM A-307	Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60,000 PSI Tensile Strength bolts, carbon steel.
ASTM A-216	Standard Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High-Temperature Service.

Underwriters Laboratories (UL)

UL-913	Aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados para uso en localidades peligrosas, Clase 1, 2 y 3, División para uso en localidades peligrosas, Clase 1, 2 y 3, División 1.
--------	--

III Proyecto y/o Instalación.

Debido a la demanda de Petrolíferos, OLSTOR SERVICES, S.A. DE C.V. desarrollará el Proyecto Terminal de Almacenamiento y Reparto Lagos de Moreno, Jalisco. Con una capacidad de almacenamiento de 48,491.12 m³ (305,000 barriles).

El objetivo del proyecto es atender la demanda de petrolíferos (gasolinas y diésel) mediante el Diseño y construcción de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, la cual estará constituida por las siguientes zonas:

- Zona de Recepción
- Zona de Almacenamiento
- Zona de Entrega

El sitio tendrá la capacidad de descargar el tren unitario de producto refinado dentro de una ventana de 16 horas, con 8 horas adicionales reservadas para permitir que el proceso de arribo, carga, inspección y salida ocurra en un lapso de 24 horas. El periodo de 24 horas incluye el arribo del tren, inspección, descarga de carro tanques, segregación de carro tanques que no cumplan con la especificación del producto, reubicación de carro tanques fuera de especificación, sellado de carro tanques, preparación de instrucciones de envío y guía de carga y salida del tren. Se cumplirán las normas de diseño y desarrollo de trenes unitarios para producto refinado de Ferromex.

El método de operación será realizado por el equipo de operaciones de la siguiente manera:

1. Asumirá la custodia del tren en el patio de recepción y expedición.
2. Descargará el combustible de los trenes unitarios en los tanques de producto refinado designados.
3. Cargará el producto designado por el cliente en auto tanques desde una alimentación que se origina en el patio de tanques.
4. El cambio de carro tanques será mediante la coordinación de Ferromex.
5. Realizará pruebas al tren unitario conforme a las regulaciones de Ferromex en el patio de recepción y expedición para una entrega eficiente del tren a Ferromex.

Objetivos:

Carga y descarga de auto tanques dobles y/o carro tanques para el abastecimiento diario que la operación requiera. De modo que el inventario se rota 6.38 veces al mes, los cuales están protegidos al 85% de eficiencia –por recomendación de nuestros asesores–, que resulta aproximadamente en 4 días de inventario.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Equipos de Proceso y Auxiliares

En la siguiente tabla se muestra los equipos de proceso y auxiliares de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lagos de Moreno

Tabla 1. Equipos de proceso y auxiliares

Descripción	TAG	Código de diseño	Presión kg/cm2			temperaturas			ubicación
			Min.	Normal	max	Min.	Normal	max	
Bomba centrífuga	PU-01-DMP	códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO DE BOMBAS
Bomba centrífuga	PU-02-DMP	códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO DE BOMBAS
Bomba centrífuga	PU-04-DMP	códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO DE BOMBAS
Bomba centrífuga	PU-05-DMP	códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO DE BOMBAS
Bomba centrífuga	PU-06-DMP	códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO DE BOMBAS
Bomba centrífuga	PU-03-DMP	NOM-006-ASEA 2017		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO DE BOMBAS
Recuperador de vapores	S-01	NOM-006-ASEA 2017		AMB		AMB	AMB	AMB	
Recuperador de vapores	S-02	NOM-006-ASEA 2017		AMB		AMB	AMB	AMB	
Recuperador de vapores	S-03	NOM-006-ASEA 2017		AMB		AMB	AMB	AMB	
Recuperador de vapores	S-04	NOM-006-ASEA 2017		AMB		AMB	AMB	AMB	
Recuperador de vapores	S-05	NOM-006-ASEA 2017		AMB		AMB	AMB	AMB	
Recuperador de vapores	S-06	NOM-006-ASEA 2017		AMB		AMB	AMB	AMB	
Bomba centrífuga diesel	PU-01-D/PU-02-D/PU-03D	códigos API, y cuentan con plan 52 para la		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO DE BOMBAS

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Descripción	TAG	Código de diseño	Presión kg/cm2			temperaturas			ubicación
			Min.	Normal	max	Min.	Normal	max	
		protección del sello							
Bomba centrífuga gasolina	PU-01-P	códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO BOMBAS DE
Bomba centrífuga MAGNA	PU-01-M/PU-02-M	códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO BOMBAS DE
Bomba centrífuga MAGNA	PU-03-M/PU-04-M	códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO BOMBAS DE
Bomba centrífuga gasolina premium	PU-01-R	códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO BOMBAS DE
Bomba centrífuga gasolina premium	PU-02-R	códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO BOMBAS DE
Bomba centrífuga gasolina premium/magna/diesel	PU-03-R	códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello		2.36	2.478	ATM	ATM	ATM	COBERTIZO BOMBAS DE

En el **ANEXO 2** se incluye el plano de Arreglo General PLOT PLAN. Plano No. ATSI-441-16-700PLP-001

CONDICIONES DE OPERACIÓN.

En las tablas siguientes se presentan las características de los productos que serán almacenados en el proyecto:

Tabla 2. Condiciones de operación de la Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno

PRODUCTO	DESTINO	ESTADO FÍSICO	PRESION DE OPERACIÓN kg/cm2		TEMPERATURA DE OPERACIÓN °C			Flujo de descarga	Flujo de carga
			Op	Di	Min	Med	Max		
Gasolina Magna	Tanque de almacenamiento	Líquido	Atm	Atm	35	23	-3		
Gasolina Premium	Tanque de almacenamiento	Líquido	Atm	Atm	35	23	-3		
Diesel	Tanque de almacenamiento	Líquido	Atm	Atm	35	23	-3		
Gasolina Magna, Gasolina Premium y Diesel	TUBERIAS	Líquido	7.0	9.0	35	23	-3	1600 lts P/M	1850 lts P/M

Con respecto a la temperatura en que se almacenan la Gasolina Magna, Premium y el Diesel, estos se encuentran a temperatura ambiente.

Las condiciones atmosféricas el Municipio de Lagos de Moreno son las siguientes:

- El clima de lagos de moreno es extremoso y semi-seco.
- Las lluvias caen en verano, de junio a septiembre con precipitación media anual de 860 mm.
- Los veranos son cálidos, con temperaturas máximas de 35 °C y mínimas de 17 °C.
- En invierno las temperaturas máximas son de 20 °C y las mínimas de -3 °C.
- Su media anual es de 23 °C.

Estado físico de las diversas corrientes del proceso

El insumo principal del proceso son los petrolíferos; (diesel y gasolina magna y gasolina premium) adicionalmente, se utilizan pequeñas cantidades de sustancias químicas y aceites. Como se puede observar, el proceso involucra corrientes líquidas, principalmente.

Características del régimen operativo de la instalación

La empresa operará el proceso productivo de forma continua. La mayoría de las operaciones se realizará a temperatura ambiente y a presión atmosférica.

III.1 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

Debido a la demanda de Petrolíferos, OLSOR SERVICES, S.A. DE C.V. desarrollará el Proyecto Terminal de almacenamiento y reparto de Lagos de Moreno, Jalisco con una capacidad de almacenamiento de 48,491.12 m³ (305,000 barriles).

El objetivo del proyecto es el Diseño y construcción de la Terminal almacenamiento y reparto para atender la demanda de petrolíferos (Gasolinas y Diésel), la cual estará constituida por las siguientes zonas:

- 1) Zona de Recepción
- 2) Zona de Almacenamiento
- 3) Zona de Entrega

III.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE PETROLÍFEROS

La Terminal de almacenamiento y reparto de Lagos de Moreno, Jalisco, tiene prevista la instalación de 15 tanques atmosféricos del tipo cilíndrico vertical diseñados conforme al código API 650 y con lo dispuesto por los estándares y normas listadas en el apartado de Normas, como se muestra en la siguiente tabla:

Cantidad de Tanques	Capacidad m ³ (barriles)	Producto Almacenado
5	1,590 (10,000)	2 Magna
		1 Premium
		2 Diésel
2	3,180 (20,000)	1 Magna
		1 Premium
2	4,770 (30,000)	2 Magna
2	2,385 (15,000)	2 Diésel
3	6,360 (40,000)	2 Magna
		1 Diésel
1	795 (5,000)	1 Aditivo

Todos los tanques de almacenamiento tendrán la capacidad de recibir el producto de entrada por carro tanque y auto tanque y al mismo tiempo podrán entregar el petrolífero al auto tanque, utilizando las bahías de llenado.

III.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE RECEPCIÓN DE PETROLÍFEROS

El proyecto contará con bahías de recepción con las cuales podrá recibir cualquier producto, pero un solo producto a la vez.

Tendrá la capacidad de recibir un tren unitario de petrolíferos durante un lapso de 16 horas, con 8 horas adicionales reservadas para permitir el proceso de recepción, almacenamiento y entrega en un plazo total de 24 horas.

La ventana de 24 horas incluye el arribo del tren, inspección, recepción de carro tanques, segregación de los carro tanques que no cumplan con las especificaciones del producto, reubicación de carro tanques fuera de especificación, sellado de carro tanques, preparación de instrucciones de envío y guía de entrega y salida del tren. Se cumplirán las normas de diseño y desarrollo de trenes unitarios para petrolíferos trasladado por Ferromex.

El método de operación será de la siguiente manera:

- a) El equipo de Operaciones asumirá la custodia del tren en el patio de recepción y expedición.
- b) El equipo de Operaciones recibirá el producto de los trenes unitarios en los tanques designados.
- c) Además, el equipo de Operaciones entregara el producto designado por el cliente en auto tanques desde una alimentación que se origina en el patio de tanques.
- d) El cambio de carro tanques será por parte de Operaciones bajo la coordinación de Ferromex.

La operación de recepción de carro tanques y auto tanques dobles tendrá la capacidad de operar 24 horas al día con veinticuatro (24) puntos, facilitando la recepción de los 10,312,740 litros por día (64,860 BPD) de entrada. Los puntos de recepción contarán con un sistema de recepción por gravedad hacia las bombas y de ahí a los tanques de almacenamiento designados.

La operación de recepción de auto tanques dobles tendrá la capacidad de operar 24 horas al día con tres (3) bahías de descarga, facilitando la recepción de los 6,480,000 litros por día (40,754 BPD) de entrada. Las bahías de recepción contarán con un sistema de recepción por gravedad hacia las bombas y de ahí a los tanques de almacenamiento designados.

El equipo de Operaciones realizará pruebas al tren unitario conforme a las regulaciones de Ferromex en el patio de recepción y expedición para una entrega eficiente del tren. El sistema de medición tipo másico cumplirá con la Normatividad OIML-R117, RES/811/2015, y el código API MPMS capítulo 5, API MPMS capítulo 6, API MPMS capítulo 18, NFPA 77, NFPA 30.

III.1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENTREGA DE PETROLÍFEROS

La entrega de petrolíferos consiste en una garza de llenado inferior, un medidor de flujo de alta precisión (másico), un sensor de sobrellenado de tanque y un panel de control mediante el cual el operador selecciona el tipo de producto y la cantidad de producto a despachar. El proceso de entrega se realizará en una estación de “rack” para auto tanques, que incorpora pavimentación de asfalto y concreto en cada punto de entrega.

Se contará con la recolección y eliminación de vapores de auto tanques mediante una unidad de recuperación de vapores (URV), la cual opera con la tecnología de adsorción-absorción por carbón activado y bomba seca de vacío, se compone de un proceso PSA (Adsorción por cambio de presión) con dos reactores de carbón activado (Cámara de carbón). Este proceso de alternación en línea, se lleva a cabo en ciclos de 15 minutos. Durante el ciclo de trabajo en línea, los vapores de hidrocarburos pasan al reactor y son adsorbidos por el carbón activado. Esta operación de adsorción continúa hasta que el carbón quede eficazmente saturado.

Las consideraciones de diseño estipulan que el reactor de carbón debe ser capaz de almacenar las entregas máximas de hidrocarburos generados durante el período de 15 minutos. El reactor a continuación es generado por otro periodo de 15 minutos. La URV será ubicada a la distancia requerida con respecto del área de entrega del camión. Lo anterior, de conformidad con la NOM-EM-003-ASEA-2016 o la que la sustituya.

El sistema de medición tipo másico cumplirá con la Normatividad OIML-R117, RES/811/2015, y el código API MPMS capítulo 5, API MPMS capítulo 6, API MPMS capítulo 18, NFPA 77, NFPA 30.

ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS A ALMACENAR Y CUMPLIMIENTO DE CALIDAD.

La calidad del producto será acorde a lo dispuesto por la Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016. La terminal de almacenamiento dará cumplimiento a lo establecido en las especificaciones de calidad de dicha Norma mediante la contratación de un laboratorio acreditado y aprobado por la EMA y la CRE en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Criterios y normas consideradas para la elaboración de las bases de Diseño del Proyecto y/o Instalación, en las cuales se observe que se han aplicado las mejores prácticas nacionales e internacionales y criterios de ingeniería, considerando entre otros, la susceptibilidad de la zona a los fenómenos naturales o causados por el hombre, efectos hidrometeorológicos adversos (inundaciones, huracanes, tornados, vientos extremos, heladas, tormentas eléctricas, sismos, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, vulcanología, entre otros).

Para la ubicación del Predio donde se construirá el Proyecto se consideraron los siguientes factores:

DESARROLLO PRESENTE Y PLANIFICADO DE ZONAS URBANAS O INDUSTRIALES.

El predio de la Terminal de Almacenamiento y Reparto de Petrolíferos, se ubicará en la Carretera Lagos la Unión km 3.5, Colonia San Agustín, Municipio de Lagos de Moreno, Estado de Jalisco, siendo esta la zona industrial de Lagos de Moreno, la cual cuenta con una vialidad al sur, denominada Calle Conalep y al oeste se encuentra la vía del tren de Ferromex, que corre de Laredo a México.

La ubicación estratégica de esta vialidad, es clave para el desarrollo del proyecto ya que el producto llegará por carro tanques unitarios cada tercer día desde la zona norte del país.

La zona urbana está alejada del predio en cuestión y a su alrededor se encuentran otras industrias que usan la entrada del ferrocarril como acceso a la Terminal.

La terminal de Almacenamiento y Reparto contara con infraestructura para la recepción, almacenamiento y entrega de petrolíferos.

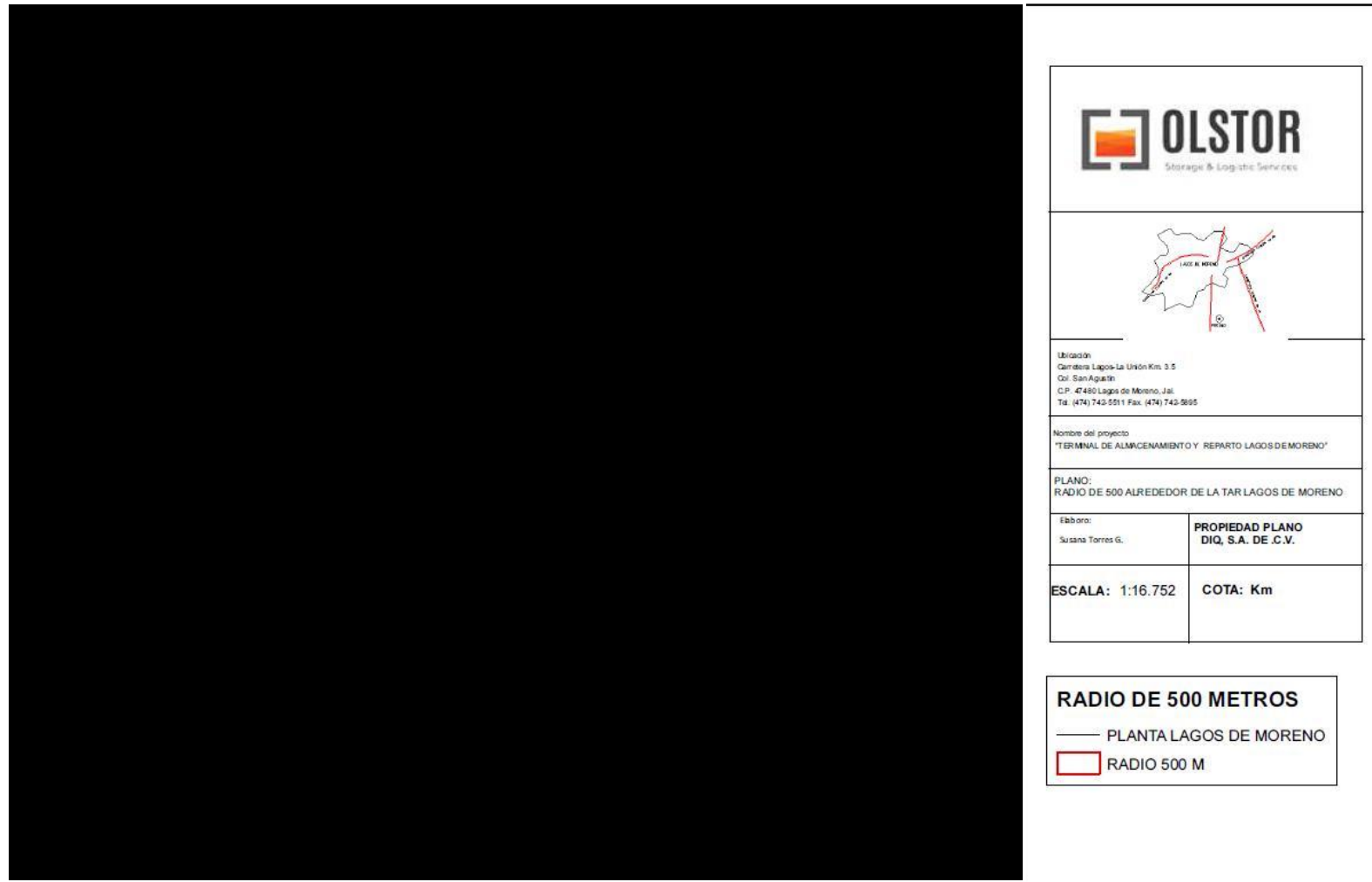
COMPATIBILIDAD CON USO DE SUELO.

El uso de suelo donde se ubicará el Proyecto es del tipo Industrial, como el que tienen las empresas ubicadas a a sus alrededores que son del tipo industrial y que realizan actividades de riesgo medio.

PROXIMIDAD A LAS ÁREAS POBLADAS.

El predio donde se ubicará la terminal de Almacenamiento y Reparto constituye un área de crecimiento industrial en Lagos de Moreno, Jalisco, el cual colinda al sur con una planta de lubricantes (Akron), al norte con un terreno y la zona urbana más próxima es la Colonia el Arenal que está a 500 metros aproximadamente, al este se encuentran la vías del tren y algunos terrenos industriales, al oeste una empresa que se encuentra a 200 metros y la Colonia Trifuego a 700 metros aproximadamente.

Figura 5. Ubicación de la TAR LAGOS DE MORENO con respecto a las áreas pobladas



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110
 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

LA PROXIMIDAD A LAS VÍAS PÚBLICAS.

Con respecto a la infraestructura de red carretera, actualmente las industrias localizadas próximas al predio, están eficientemente conectadas mediante vialidades de concreto hidráulico, por las que transitan en auto transportes las mercancías.

Las condiciones de los enlaces carreteros de la TAR con su radio de influencia consisten en que el 70% de la circulación, no tienen costo de peaje, solo la carretera de León – Aguascalientes la cual sí tiene costo.

Por vía ferroviaria, la TAR se conecta por medio de un circuito a la vía principal al servicio de Ferromex.

La Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno, estará conformada por las siguientes áreas:

Tabla 3. Áreas de la Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno

	ÁREA	SUPERFICIE m2	%
1	VIALIDADES Y ESTACIONAMIENTOS	41.088,61	29,48%
2	PASO A DESNIVEL	4.607,87	3,31%
3	TRACKMOBILE	2.892,03	2,07%
4	VÍAS	21.720,74	15,58%
5	ÁREAS VERDES Y JARDINES	47.814,02	34,30%
6	BANQUETAS DIQUES	2.903,26	2,08%
7	EDIFICIO PRINCIPAL	508,05	0,36%
8	BAÑOS ESTACIONAMIENTO DE PIPAS	69,38	0,05%
9	CENTRAL CONTRA INCENDIO	17,50	0,01%
10	CUARTOS SATÉLITE	18,00	0,01%
11	CASETA 1	12,10	0,01%
12	CASETA 2	19,60	0,01%
13	BAHÍAS	185,26	0,13%
14	SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES	200,86	0,14%
15	DIQUES	8.936,62	6,41%
16	COBERTIZO DE BOMBAS LLENADERAS	312,20	0,22%
17	COBERTIZO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO	132,84	0,10%
18	COBERTIZO PPB Y TANQUES ESPUMA	71,53	0,05%
19	COBERTIZO SUBESTACIÓN	61,50	0,04%
20	COBERTIZO DE BOMBAS CARROTANQUES	322,00	0,23%
21	TRINCHERA BOMBAS CARROTANQUES	168,16	0,12%
22	LAGOS	3.039,70	2,18%
23	EXPLANADAS	2.894,68	2,08%
24	GUARNICIONES	143,68	0,10%
25	BANQUETAS	1.245,77	0,89%
26	BARDAS	5122.452	3,54%
	Área total	144508.38	100,00%

Obra Civil

La obra civil, así como, las vialidades, edificaciones y estructuras, se basará en el Reglamento Estatal de la zona de Jalisco, el Manual de Diseño de Obras Civiles para el diseño por viento de la CFE, 2008 (MDOC-VIENTO-CFE-2008), así como, el Manual de Diseño de Obras Civiles para el diseño por Sismo de CFE, 2008 (MDOC-SISMO-CFE-2008).

Lagos de Moreno es una zona sísmica tipo “B”, siendo así, una zona en la que no se reportan sismos de manera ordinaria. Son zonas afectadas por altas aceleraciones que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Se nivelará la terminal para controlar el escurrimiento pluvial, lo cual se mandará a una cisterna. El escurrimiento que pueda hacer contacto con productos petrolíferos será dirigido a un separador API para que posteriormente llegue a la planta de tratamiento residual de dimensiones apropiadas la cual se incorporará como parte de este proyecto. Lo anterior, de conformidad con The Design, Construction, Operation, Maintenance, and Inspection of Terminal and Trunk Facilities (API 2610), en lo que resulte aplicable.

Los pavimentos serán con base en lo siguiente: Sub bases y Bases NCTRCAR104002/11, Riegos de Impregnación NCTRCAR104004/00, Riegos de Liga NCTRCAR104005/00, Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente NCTRCAR104006/09, Carpetas Asfálticas con Mezcla en Frio NCTRCAR104007/09, Carpetas de Concreto Hidráulico NCTRCAR104.009/06

El Concreto Hidráulico para llenaderas, descargaderas y vialidades con maniobras, será de 20 cm y el asfalto será de entre 10 cm y 12 cm.

Los tanques de almacenamiento contarán con diques de concreto con una membrana de polietileno en el fondo y sellados en las uniones para contener cualquier derrame potencial, los diques se dividirán en sub diques de menor altura por si hay algún derrame individual, por tanque o grupo de tanques por producto, estos derrames son poco probables. Los diques están diseñados y dimensionados conforme a los estándares internacionales, en especial con la Sección IX del API 2610, Sección 22.11.2.4 NFPA 30, la NOM-005-STPS, NOM-001-STPS y la NOM-028-STPS vigentes, en lo que resulten aplicables.

Debe existir una pendiente no menor al 1% (uno por ciento), comenzando en el tanque, que se prolongue al menos 50 pies (15m) o hasta la base del dique, lo que resulte menor.

La capacidad volumétrica del área con diques no debe ser inferior a la mayor cantidad de líquido que puede ser liberada del tanque de mayor capacidad dentro del área con dique, suponiendo que el tanque está lleno. Lo anterior, con el objeto de dejar espacio para el volumen ocupado por los tanques, la capacidad del dique que encierre más de un tanque debe calcularse después de deducir el volumen de los tanques excepto el tanque mayor, por debajo de la altura del dique (ocho tanques iniciales de almacenamiento y siete tanques futuros de almacenamiento). Se dispondrá de cajas de protección ambiental “Enviro-Boxes” y recolectores de gotas en las conexiones de descarga de auto tanques y de los tanques de almacenamiento para contener derrames de menor potencial.

Estacionamiento

Suministro, aplicación, tendido y compactación de carpeta asfáltica, de 8 cms de espesor para el estacionamiento de la terminal de almacenamiento y reparto de combustibles, ubicada en lagos de moreno, Jalisco con una capacidad para 60 a 70 auto-tanques dobles

con sanitarios para los choferes, misma que contará con la señalización referida en la NOM-026-STPS vigente, en lo que resulte aplicable.

Exploración del subsuelo

La exploración del subsuelo consistirá en una combinación de núcleos para determinar el perfil del suelo en el sitio, se obtendrán muestras para análisis de laboratorio y se ofrecerá la información para el análisis de ingeniería.

Prueba de laboratorio

La prueba de laboratorio consistirá en una inspección visual de las muestras recuperadas y determinaciones de contenido de humedad de las muestras de suelo cohesivo. Se seleccionarán las muestras en cuanto a las determinaciones de límites plásticos y líquidos, densidad *in situ* –en el sitio– y prueba de resistencia. La prueba se realizará con la supervisión de un ingeniero geotécnico y en general en cumplimiento de las normas actuales de *American Society for Testing and Materials* (ASTM) o de publicación equivalente.

Informe y análisis ingenieril

Elaboración de la ingeniería básica y de detalle para el diseño, procuración y construcción de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lagos de Moreno. La cual incluye: levantamientos, dimensionamiento de equipos, planos, memorias de cálculo y supervisión de la obra.

Los datos generados durante la exploración del subsuelo y las pruebas de laboratorio serán analizados por un ingeniero geotécnico para la determinación de los hallazgos y recomendaciones que se presentarán en un informe.

Con base en lo estudiado por el ingeniero geotécnico sobre la construcción propuesta y los datos recabados durante la investigación, las áreas específicas cubiertas; se incluirá en el informe, lo siguiente:

- Una descripción de las condiciones del subsuelo y agua freática encontrada en las exploraciones en campo.
- Recomendaciones para la preparación del subsuelo para las alcantarillas. Presión lateral de la tierra.
- Pendientes temporales y permanentes.
- Preparación del sitio y recomendaciones de la nivelación.
- El tipo, tamaño, altura y profundidad del cimiento, la cual se basará en las recomendaciones del informe sobre suelos y la más reciente edición de los códigos locales de construcción aplicables.
- Profundidad de balasto y sub-balasto con base en los requisitos de materiales agregados conforme a AREMA (Asociación Americana de Mantenimiento e Ingeniería Ferroviaria). Criterios de compactación e idoneidad de los materiales de relleno.
- También se atenderán otros diseños relacionados a la geotécnica e inquietudes de la construcción que pudieran identificarse durante el curso del trabajo.

Cimientos y losas de concreto a nivel del suelo

Todos los cimientos y estructuras de concreto reforzado estarán designados para soportar la carga muerta y sobrepuesta anticipada. El diseño de los miembros de concreto reforzado será conforme a la API 650 vigente, en lo que resulte aplicable.

La información geotécnica y económica impulsarán el diseño para el uso de cimientos “flotantes”, cimientos anulares de concreto reforzado, cimentación “Geo-Piers”, o pilotes de concreto colado *in situ* o cualquier otra tecnología.

La ingeniería determinará el pavimento identificando la profundidad, reforzamiento y base agregada del pavimento con base en los diseños de mezcla de pavimentos según las especificaciones locales del Departamento de Transporte (DOT) .

Acero estructural y diverso

El diseño del soporte de tuberías, acero diverso, plataformas, etc., será desarrollado para cumplir con los requisitos más estrictos de los códigos y normas. Las cargas climáticas locales serán tomadas en cuenta y el diseño será conforme a buenas prácticas de ingeniería. Todo el acero estructural y diverso deberá estar diseñado para soportar las cargas muertas y sobrepuestas anticipadas.

Material, fabricación y recubrimiento

Se requerirán las certificaciones de todo el material comprado, material fabricado, el acero diverso y material relacionado deberá tener una aplicación de recubrimiento antes de enviarse al sitio, todo el material suelto por cuestiones de envío y de fabricación deberá conservar su rastreabilidad durante la fabricación y proceso de instalación.

El acero embebido en concreto, se galvanizará o recubrirá con epóxico, excepto el acero reforzado.

Plataformas y escaleras

La extensión y tamaño de las plataformas y escaleras será determinado durante la fase de ingeniería de detalle. Es obligatorio galvanizar todas las plataformas y escaleras metálicas.

Soporte de la charola de cables y tubería

Los soportes de la charola de cables y tubería deberán ser de acero estructural del suficiente tamaño y espacio para soportar cargas anticipadas. El tamaño y ubicación exacta de los soportes será determinado durante la fase de ingeniería de detalle. Se deben aislar los soportes de tubería de toda la tubería mediante placas deslizantes no metálicas o abrazaderas para tubería revestida.

Camino de acceso

Se trazará y nivelará el terreno natural a reventón de hilo, estableciendo ejes y referencias necesarias. Se considera concreto hidráulico para las vialidades por el alto flujo de auto tanques. Banqueta de concreto, acabado escobillado y aristas terminadas con volteador, coladas, en tableros alternados, curado, cimbra perimetral, cimbrado y descimbrado. Las vialidades deberán de cumplir, entre otras, con la NOM-026-STPS y con la NOM-001-STPS, en lo que resulten aplicables.

Estudios hidrológicos e hidráulicos.

Se llevarán a cabo estudios hidrológicos conforme sea necesario para un evento de tormenta de 24 horas con un periodo de retorno de 25 años. Se realizará el análisis utilizando el método racional en conjunto con la metodología de diseño de drenaje de la jurisdicción local.

Vía férrea

Los diseños de las vías propuestas acatarán las normas más recientes de la Asociación Americana de Ingeniería Ferroviaria y Mantenimiento de Vía (AREMA).

Cruceros

Los cruceros deben ser de madera o material similar. Se incluye la señalización pasiva en cada cruce conforme las directrices de AREMA.

Estaciones de Descarga de Carro Tanques y Auto Tanques Dobles

Se usará el proceso de descarga por la parte inferior del carro tanque. Se contará con tubería, bombeo y sistemas de control dedicados para el sistema de descarga. Todas las vías dentro de la terminal de descarga estarán conectadas y puestas a tierra para evitar descargas eléctricas no deseadas.

La operación de descarga de carro tanques y auto tanques dobles tendrá la capacidad de operar 24 horas al día con treinta (30) puntos, facilitando la descarga de los 22,650 BPD (3'601,350 litros por día) de entrada. Los puntos de descarga contarán con un sistema de descarga por gravedad hacia las bombas y de ahí a los tanques de almacenamiento designados.

Las empresas de servicios públicos individuales prestarán los servicios conducentes al sitio.

Se deberá realizar una investigación geotécnica, para presentar la información necesaria para el diseño del área de las vías férreas; se realizará una investigación geotécnica adicional para los fundamentos y soporte del equipo y estructuras. OLSTOR presentará los dibujos de obra civil emitidos para la construcción del subrasante, los cuales servirán como base para el diseño de obra civil de la terminal de combustible. Se calcularán las reacciones y fuerzas del suelo a causa de los tanques, bombas y vías de carga a través del equipo de diseño final para los procesos mecánicos y eléctricos.

La Normatividad que aplicara es la OIML-R117, RES/811/2015, API MPMS capítulo 5, API MPMS capítulo 6, API MPMS capítulo 18, NFPA 77, NFPA 30 y lo aplicable en diseño civil antes descrita y estructural.

Estaciones De Carga De Auto Tanques

Este sistema consiste en una “garza” de llenado inferior, un medidor de flujo de alta precisión, un sensor de sobrellenado de tanque y un panel de control mediante el cual el operador selecciona el tipo de producto y la cantidad de producto a despachar. El proceso de carga se realizará en una estación de “rack” para auto tanques que incorpora pavimentación de asfalto y concreto en cada punto de carga.

Se contará con la recolección y eliminación de vapores de auto tanques mediante una unidad recuperación de vapores (URV), la cual opera con la tecnología de adsorción-Absorción por carbón activado y bomba seca de vacío, se compone de un proceso PSA (adsorción por cambio de presión) con dos reactores de carbón activado (cámara de carbón). Este proceso de alternación en línea, se lleva a cabo en ciclos de 15 minutos. Durante el ciclo de trabajo en línea, los vapores de hidrocarburos pasan al reactor y son adsorbidos por el carbón activado. Esta operación de adsorción continúa hasta que el Carbón quede eficazmente saturado. Las consideraciones de diseño, estipulan que el reactor de carbón debe ser capaz de almacenar las cargas máximas de hidrocarburos generados durante el período de 15 minutos, el reactor, a continuación, es generado por otro periodo de 15 minutos. La VRU será ubicada a la distancia requerida con respecto al área de carga del camión. Esto conforme las siguientes disposiciones: PROY-NOM-EM-003-ASEA o la que la sustituya, API 2610, API RP 1124, API 2015, API RP 2016, API 620, API 650 y API Publ 2557 vigentes, en lo que resulten aplicables.

La Normatividad aplicable para el diseño civil y estructural, antes descrito, es la OIML-R117, RES/811/2015, API MPMS capítulo 5, API MPMS capítulo 6, API MPMS capítulo 18, NFPA 77, NFPA 30.

Edificios

Se dispondrá de un edificio previamente diseñado el que será construido en un cimiento de concreto. Este edificio alojará las siguientes instalaciones del sitio:

- Puertas de paso para personas
- Ventilación,
- Espacio de oficina(s);
- Baños;
- Cuarto de control;
- Área de mantenimiento;y entre otras,
- Cuarto de Control de Motores (CCM)

El diseño final y plan del edificio se desarrollará en el diseño de detalle.

Será el edificio administrativo de la terminal, cuya capacidad se determinará con relación al número de empleados.

Mantenimiento eléctrico del edificio de control u operaciones

Se contará con un edificio de servicios combinados de mantenimiento, operaciones y control para la terminal.

~~Edificio para almacén y departamento eléctrico~~

~~Se requieren estaciones para guardias en todos los puntos externos de salida de los límites de la terminal. Todas las estaciones deben cumplir con los requisitos de diseño.~~

III.1.4Diseño Mecánico.

Sistema hidráulico

El diseño del concepto deberá incluir la capacidad de bombeo para cada una de las áreas de la terminal, como se muestra a continuación:

Carga de auto tanques. El producto se moverá desde los tanques de almacenamiento designado hasta las posiciones de carga de auto tanques. Se diseñarán bombas de carga centrífuga para cargar un (1) camión a la vez en cada posición para auto tanques. El diseño de toda las tuberías, válvulas, medición y control asociado, será el adecuado para apoyar este proceso de carga. Los valores de rendimiento total serán determinados en la fase de ingeniería del proyecto. El área de carga de auto tanques será designada como una operación de 24 horas al día.

Descarga de carro tanques: Toda la tubería, válvulas, medidores y controles asociados serán diseñados de la manera correspondiente para ofrecer apoyo al proceso de descarga. Los valores de producción serán determinados en la fase de ingeniería de este proyecto.

Propiedades de fluidos

El aparece en la Tabla siguiente.

Tabla 4. Estimado preliminar de las propiedades de fluidos que se manejan en la Terminal

Producto	Punto de Escurrecimiento	Presión de Vapor	Densidad 20°C	Viscosidad Dinámica	1	2	3	4
					0	0	0	0
					0	0	0	0
					C	C	C	C
Combustible Diésel		A (20 °c) < 0.3 KPa	870 kg/m ³	0.0016 kg/m*s A 40°C				
Gasolina Premium		a (37.8 °c) 6.5 - 7.8 psi 45-0 - 54.0 KPa	700 kg/m ³	0.0006 kg/m*s A 20°C				
Gasolina Magna		a (37.8 °c) 7.8 - 11.5 psi 54.0 - 79.0 Kpa	700 kg/m ³	0.0006 kg/m*s A 20°C				

Compensación y alivio a la presión

Se contará con válvulas de alivio de presión (PSV) en distintos puntos de tuberías del sistema para no sobre presionar las líneas basados en la norma API-521 y la NOM-093-SCFI-1994 se realizarán las pruebas de dichas válvulas como lo marca el API 576. Los tanques API contarán con válvulas de presión vacío conforme a las normas API 2000, ISO 28300 y la implementación de arrestadores de flama conforme a la NFPA 30.

Tanques

Diseño del tanque

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Para el Diseño del Área de Almacenamiento, se considerarán las recomendaciones derivadas del Análisis de Riesgos y de Consecuencias, Manifiesto de Impacto ambiental y las Memorias de Cálculo y Diseño de los elementos estructurales y los requerimientos de la NOM-EM-003-ASEA 2016, normas, códigos y estándares internacionales.

Las distancias mínimas de riesgo y colindancias se especifican en la NOM-EM-003-ASEA-2016y en el Código NFPA 30, las cuales se dará cumplimiento.

Los tanques de almacenamiento de líquido estables clase I, Clase II, o Clase IIIA, cuya presión interna no se permite exceder una presión manométrica de 17kPa, debe localizarse de acuerdo con la tabla 1 y 2, donde el espaciamiento de los tanques está basado en un diseño de soldadura débil en la unión de techo a cuerpo. El usuario debe presentar evidencia certificando tal construcción a la autoridad competente cuando se requiera.

La distancia horizontal mínima, entre la tangente vertical de la envolvente de un recipiente atmosférico para Almacenamiento de Petrolíferos y Aditivos, con una capacidad determinada y el límite con un predio adyacente donde pudiera haber un asentamiento humano, se muestra en la Tabla 4.

Tabla 5. Localización de tanques superficiales para almacenamiento de petrolíferos, aditivos y biocombustibles

Tabla 1. Localización de tanques superficiales para Almacenamiento de Petrolíferos, Aditivos y Biocombustibles.

Tipo de tanque	Protección	Distancia Mínima, metros (pies).	
		Desde el límite de propiedad que está o puede ser construido, incluyendo el lado opuesto de una vía pública ^a .	Desde el lado más cercano de cualquier vía pública o del edificio más cercano en la misma propiedad ^a .
Techo Flotante	Protección para Exposiciones ^b .	1/2 del diámetro del tanque.	1/8 del diámetro del tanque.
	Ninguna	Diámetro del tanque pero no necesita exceder 53.34 m (175 pies).	1/8 del diámetro del tanque.
Techo Fijo con soldadura débil techo a envolvente.	Espuma aprobada o sistema^c de inertización en tanques que no exceden 45.72 m (150 pies) diámetro^d.	1/2 del diámetro del tanque.	1/6 del diámetro del tanque.
	Protección de Exposiciones ^b .	Diámetro del tanque.	1/3 del diámetro del tanque.
	Ninguna	2 veces el diámetro del tanque pero no necesita exceder 106.68 m (350 pies).	1/3 del diámetro el tanque
Tanques horizontales y verticales con venteo de alivio emergente para limitar presiones a 2.5 psi (presión mano métrica a 17 kPa).	Sistema de inertización aprobado ^e en el tanque o sistema de espuma aprobado en tanques verticales.	1/2 del valor de la Tabla 2.	1/2 del valor de la tabla 2.
	Protección de exposiciones ^b .	Valor de la Tabla 2.	Valor de la Tabla 2.
	Ninguna	2 veces el valor de la Tabla 2.	Valor de la Tabla 2.
Protección de tanque	Ninguna	1/2 del valor de la Tabla 2.	1/2 del valor de la Tabla 2.

Referencia: Tabla 22.4.1.1.a de la NFPA 30, Edición 2012.

Se deben cumplir con las condiciones siguientes:

- a) La distancia mínima no puede ser menor de 1.52 m (5 pies).
- b) Protección de exposiciones. (Ver definición).
- c) Para tanques de más de 45.72 m (150 pies) de diámetro, usar "Protección de Exposiciones" o "Ninguna", según el caso.
- d) Para tanques mayores de 45.72 m (150 pies) de diámetro usar "Protección de Exposiciones"

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Tabla 6. Referencia aplicable para Tabla 1.

Capacidad, l (galones)		Desde el límite de propiedad que está o puede ser construido, incluyendo el lado opuesto de una vía pública, m (pies).	Desde el lado más cercano de cualquier vía pública o del edificio más cercano en la misma propiedad, m (pies).
1041 o menos	(275) o menos	1.52 (5)	1.52 (5)
1042 a 2835	(276 a 750)	3.05 (10)	1.52 (5)
2838 a 45360	(751 a 12,000)	4.58 (15)	1.52 (5)
45363 a 113400	(12001 a 30000)	6.1 (20)	1.52 (5)
113403 a 189000	(30001 a 50000)	9.14 (30)	3.05 (10)
189003 a 378541	(50001 a 100000)	15.24 (50)	4.58 (15)
189004 a 1890000	(100001 a 500000)	24.38 (80)	7.62 (25)
1890003 a 3780000	(500001 a 1000000)	30.48 (100)	10.67 (35)
3780003 a 7560000	(1000001 a 2000000)	41.15 (135)	13.72 (45)
7560003 a 11340000	(2000001 a 3000000)	50.29 (165)	16.76 (55)
11340003 o más	(3000001) o más	53.37 (175)	18.29 (60)

Referencia Tabla 22.4.1.1 (b) de NFPA 30, Edición 2012.

La separación entre envoltentes de dos tanques de almacenamiento debe determinarse de la siguiente manera:

Los tanques que almacenan líquidos inflamables Clase I, líquidos combustible Clase II o Clase III deben estar separados por las distancias dadas en la Tabla 6.

Tabla 7. Requerimientos de distancia entre tanques superficiales por su tipo y capacidad.

Tanque de Techo Conico y Flotante* <3000 (477,000) Tanque de Techo Conico y Flotante* <3000 (477,000) < 10000 (1590000) Tanque de Techo Flotante* <3000 (477,000) < 300000 (47700000) Tanque de Techo Flotante* >10000 (1590000) < 300000 (47700000) Tanque de Techo Conico* >300000 (47700000) Tanque de Techo Conico* Clase II, Producto III >10000 (1590000) < 300000 (47700000) Tanque de Techo Conico* Producto (Clase I) >10000 (1590000) < 150000 (23850000) Recipientes sujetos a Presión Estériles Recipientes sujetos a Presión Tanbores Almacenamiento en Tanques de Cúpula para refrigerados									
0.5 x D ^a	0.5 x D	0.5 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D
0.5 x D	0.5 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D
1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D
1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D
0.5 x D	0.5 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D
1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D	1 x D
1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	2 x D	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min
1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	2 x D	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min
2 x D 200' min (61) min	2 x D 200' min (61) min	2 x D 200' min (61) min	2 x D	2 x D 200' min (61) min	2 x D 200' min (61) min	2 x D 200' min (61) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min	1.5 x D 100' min (30.5) min

D = Diámetro más grande del tanque
Unidades = pies (metros)
barriles (litros)*

* Para Clase II, Producto III, Espacio Aceptable de 5 pies (1.52 metros)
* Clase II o III, Temperatura de Operación > 200 °F (93.24 °C)

Los tanques ubicados en un área de diques o en la línea de drenaje que contenga líquidos inflamables Clase I o líquidos combustibles Clase II y estén agrupados, se debe considerar un espaciamiento mayor u otros medios para que los tanques interiores sean accesibles para propósitos de combate de incendios, de acuerdo al resultado del Análisis de Riesgos y Análisis de Consecuencias.

Se mantendrá una distancia mínima entre tanques para trabajo futuro de mantenimiento (acceso al equipo) y posible ruta del *rack* de tuberías.

Las dimensiones finales de distancias entre equipos, instalaciones, vialidades serán confirmadas con el análisis de riesgo, el cual se realizará con la ingeniería de detalle.

Todos los tanques de almacenamiento de petrolíferos y aditivo, serán diseñados y contruidos conforme a la más reciente edición del código de la American Petroleum Institue API Std 650 Welded Tanks for Oil Storage, el Código API 2610 Design, Construction, Operation, Maintenance, and Inspection of Terminal and Tank Facilities y de acuerdo con la NOM-006-ASEA 2017, así como a las distintas normas, especificaciones y códigos que se mencionan en el apartado de Normas.

Todos los tanques de almacenamiento tendrán la capacidad de recibir el producto por carro taques y auto tanques, los tanques de almacenamiento de gasolinas y aditivo se consideran tanques cilíndricos verticales de un techo cónico con membrana flotante para minimizar el vapor de los tanques.

El piso de los tanques incorporará tuberías de succión embutidas y se contará con un rompedor de vórtice. Las conexiones de entrada cuentan con difusores que no interfieren con la operación bidireccional. El diseño maximizará la capacidad de trabajo minimizando el nivel bajo de trabajo (*Low Working Level, LWL*) del tanque. El tanque aprovechará las propiedades del agua para determinar los parámetros de diseño.

Los tanques de almacenamiento en su diseño contarán con los siguientes accesorios:

- a) Sistema de medición y monitoreo de nivel, inventarios, agua y temperatura.
- b) Dispositivo de Purga
- c) Accesorios para la toma de muestras de petrolíferos.
- d) Entrada hombre superior e inferior
- e) Dren en techo
- f) Sensor de sobrellenado con alarmas sonora y visual
- g) Boquillas de medición tanto manual como automática
- h) Bridas de conexión de sistemas de alivio de presión por temperatura
- i) Cámara de espuma e inyección sub-superficial y boquillas
- j) Escaleras y plataformas
- k) Registros de purga o drenado
- l) Conexión a tierra física

Cimientos del tanque

Para el diseño de la cimentación de los tanques de almacenamiento se realizarán las Memorias de Cálculo y Diseño Estructural considerando los factores de seguridad correspondientes de acuerdo con el resultado del estudio de mecánica de suelos, la sismicidad, los vientos dominantes, el peso del tanque y del producto a almacenar, y de acuerdo con lo establecido en NOM-EM-003-ASEA-2016, normas, especificaciones y códigos que se mencionan en el apartado de Normas.

El proyecto considera los anillos de cimentación de concreto, acabado aparente, armado con acero de refuerzo corrugado Grado-42 que cumple con la norma mexicana NMX-C-407, así como con la norma estadounidense ASTM-A-615 / A 615M en sus grados 40 y 60, relleno en anillos con tepetate compactado.

En el diseño de los tanques de almacenamiento, se podrá considerar la instalación de geo-membranas entre la base de cimentación del tanque y el fondo del mismo, un recubrimiento interno sobre la placa del fondo con características para abatir la corrosión interna, esto como medida alterna para mitigar fugas potenciales por falla o deterioro de la integridad mecánica del tanque y con base al resultado del Estudio de Riesgos e Impacto Ambiental

En la siguiente tabla, se describen los tipos de recipientes para el almacenamiento y manejo de cada una de las sustancias químicas. En suma, todas estas sustancias serán almacenadas dentro de un área designada y diseñada para este fin, la cual cumplirá con las medidas de seguridad establecidas dentro de la reglamentación mexicana para el almacenamiento adecuado y seguro de sustancias peligrosas (contención secundaria de derrames, piso impermeable, equipo contra incendios, equipo absorbente para derrames, etc.).

El proyecto contará con los siguientes tanques de almacenamiento

Tabla 8. Tanques de almacenamiento de la Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno

CLAVE	CAPACIDAD (BLS)	SERVICIO	ETAPA	DIAMETRO (m)	ALTURA (m)
TK-01	10,000	GASOLINA MAGNA	1	12.9	12.2
TK-02	10,000	DIESEL	1	12.9	12.2
TK-03	10,000	TANQUE DE GASOLINA PREMIUM	1	12.9	12.2
TK-04	10,000	GASOLINA MAGNA	2	12.9	12.2
TK-05	10,000	TANQUE DE DIESEL	1	12.9	12.2
TK-06	15,000	TANQUE DE DIESEL	4	17.7	9.8
TK-07	20,000	GASOLINA MAGNA	3	18.3	12.2
TK-08	30,000	GASOLINA MAGNA	4	22.3	12.2
TK-09	20,000	TANQUE DE GASOLINA PREMIUM	5	18.3	12.2

CLAVE	CAPACIDAD (BLS)	SERVICIO	ETAPA	DIAMETRO (m)	ALTURA (m)
TK-10	30,000	GASOLINA MAGNA	5	22.3	12.2
TK-11	40,000	TANQUE DE DIESEL	5	25.9	12.2
TK-12	15,000	TANQUE DE DIESEL	5	17.7	9.8
TK-13	40,000	GASOLINA MAGNA	5	25.9	12.2
TK-14	40,000	GASOLINA MAGNA	5	25.9	12.2
TK-15	5,000	TANQUE DE MTBE	5	9.6	11
TK-016	10,000	TANQUE CONTRA INCENDIO	1,2,53,4,	16.9	10
TK-016	10,000	TANQUE CONTRA INCENDIO	5	16.9	10
TK-017	10,000	TANQUE CONTRA INCENDIO	5	16.9	10

ÁREAS DE RECEPCIÓN Y ENTREGA DE PETROLÍFEROS

ÁREA DE RECEPCIÓN

Criterios de diseño en la recepción de petrolíferos

Para el diseño del área de recepción se considerarán las recomendaciones derivadas del Análisis de Riesgos y de Consecuencias, Manifiesto de Impacto ambiental y las Memorias de Cálculo y Diseño de los elementos estructurales, los requerimientos de NOM-EM-003-ASEA-2016, normas, códigos y estándares internacionales.

En el diseño del proyecto, la recepción de los petrolíferos será por medio de carro-tanques y auto-tanques, la tubería estará diseñada con bridas ciegas para considerar una expansión futura. La tubería para el servicio de petrolíferos conectará las bombas de recepción del carro tanque a las instalaciones de almacenamiento.

El proyecto considera la recepción de los petrolíferos por la parte inferior del carro tanques, para lo cual se contará con tubería, bombeo y sistemas de control dedicados para tal fin.

La tubería de recepción de la bomba estará direccionada a cada tanque desde el cabezal de recepción.

No habrá consideración para reciclar producto de vagones que no cumplan con la calidad de los petrolíferos. Esto se logrará regresando los vagones que no cumplan con la calidad especificada.

Con base en la ingeniería de detalle se determinarán los diámetros nominales de las tuberías y equipo.

Los operadores realizarán la detección visual para identificar fugas en todas las bridas, válvulas, bombas y mangueras arriba del nivel del suelo. Se usarán los sumideros para detección de fugas y la inspección visual para detectar las posibles fugas en tanques.

Sensores de mezclas explosivas. Estos sensores detectarán la presencia de vapores explosivos derivados de fugas o derrames en el área de válvulas, en el área de recepción de combustible (2 tipos canal abierto), en el área de bombas. Estos sensores estarán diseñados para proteger tanto las instalaciones como al personal. El monitoreo mencionado se llevará a cabo de conformidad con la NOM-002-STPS, IEC60079-29-1:2007, ISO7240-7-2011 y NFPA 72, vigentes, en lo que resulten conducente.

Sensores de fuego para áreas recepción. Estos sensores detectarán presencia de flama en alguna de las áreas clasificadas de la terminal, antes de propagarse o volverse un incendio de grandes proporciones y son punto de acción para las válvulas de diluvio y alarma en el sistema de gas y fuego.

Todas las líneas de succión y transferencia deberán aliviar el tanque correspondiente cuando no esté en uso para evitar la sobrepresión debido a la expansión térmica. Las válvulas de presión/vacío se utilizan para evitar que el tanque se dañe tras el exceso de presión interna o de vacío, y para reducir la evaporación del contenido del tanque hacia la atmósfera evitando el venteo libre. Los tanques de almacenamiento se presurizan cuando el líquido es bombeado al interior del tanque debido a que el vapor interno se comprime mientras sube el nivel, o también, con temperaturas elevadas ya que los gases existentes se expanden. Así mismo, las condiciones de vacío se dan cuando se extrae líquido del contenedor o cuando la temperatura disminuye. Una buena calibración en los discos de presión vacía, evitará que la estructura del tanque se dañe tras el exceso de presión interna o de vacío. Estas válvulas se fabrican conforme lo indica el código API 2000 e ISO 28300.

El diseño de la tubería del tanque incluirá la capacidad de que cualquier bomba de producto refinado pueda transferir producto entre dos tanques.

La base del cálculo hidráulico que debe completarse incluye lo siguiente:

- a) El flujo de gravedad de los tanques al cabezal de succión de la bomba de entrega con base al rango de flujo diseñado 1850 lt/min.
- b) Flujo de gravedad desde los carro-tanques hasta el cabezal de succión de la bomba de recepción. Se modelará cada bomba y línea con base al rango de flujo diseñado 3750 lt/min
- c) Se contará con válvulas de alivio de presión (PSV) en distintos puntos de las tuberías del sistema para no sobre presionar las líneas basados en la norma API-521 y la NOM-093-SCFI-1994, se realizarán las pruebas de dichas válvulas como

lo marca el API 576. Los tanques atmosféricos contarán con válvulas de presión vacío conforme a las normas API 2000, ISO 28300 y la implementación de arrestadores de flama bajo el código NFPA 30.

- d) Se pretende hacer mezclas en línea para mejorar la conductividad y lubricidad del diésel, basado en la NOM-016-CRE-2016 y el sistema de medición de conformidad con las DACG's RES/811/2015.

Configuración del sistema de recepción de petrolíferos (auto-tanque y carro-tanque)

La recepción de petrolíferos por medio de auto tanques se conforma por tres bahías de descarga, en la cual pueden descargar 1850 litros/min y pueden hacer la selección del tipo de producto a descargar (Gasolina Magna, Premium y Diésel)

El diseño de las bombas cumplirá con lo establecido en los códigos API, y cuentan con el Plan 52 para la protección del sello, lo cual garantiza la seguridad. Consiste en la Recirculación de fluido externo contenido en un tanque a presión menor que la de la cámara del sello mecánico.

La recepción de petrolíferos por medio de carro-tanques, seá por 24 puntos de recepción, dividido en 3 cabezales, cada uno puede descargar 3700 lt/min, pasando por un eliminador de aire, conectado al sistema de recuperación de vapores. La bomba centrífuga envía el producto a un patín de medición con un medidor tipo másico de alta precisión el cual manda el producto a los cabezales dependiendo del tipo de producto.

ÁREA DE ENTREGA (Descripción)

Criterios de diseño en área de entrega de petrolíferos (auto-tanque)

Para el diseño del área de entrega se considerarán las recomendaciones derivadas del Análisis de Riesgos y de Consecuencias, Manifiesto de Impacto ambiental y las Memorias de Cálculo y Diseño de los elementos estructurales, los requerimientos de la NOM-EM-003-ASEA 2016, normas, códigos y estándares internacionales.

En el Proyecto la entrega de petrolíferos será por medio de auto-tanques para lo cual se contará con bahías de llenado, que consiste en una garza de llenado inferior, un medidor de flujo de alta precisión, un sensor de tierra y sobrellenado de tanque, un panel de control mediante el cual el operador selecciona el tipo de producto y la cantidad de producto a despachar. El proceso de entrega de petrolíferos se realizará en una estación de *rack* para auto tanques que incorpora pavimentación de asfalto y concreto en cada punto de entrega.

Se contará con un sistema de recuperación de vapores de auto tanques mediante una Unidad Recuperación de Vapores (URV).

El aditivo deberá agregarse a las gasolinas en territorio nacional durante la entrega del producto en los auto tanques u otro medio de transporte, en las instalaciones de almacenamiento y distribución, en el punto más cercano al expendio al público, y demostrar en un reporte semestral (como parte de la información que evaluará anualmente la Unidad de Verificación), que se utiliza la cantidad requerida de aditivo mediante el balance de gasolina producida o importada y el consumo de aditivo correspondiente.

Sólo podrán utilizarse aditivos probados de acuerdo con los métodos ASTM D5598 y ASTM D5500 en laboratorios acreditados y aprobados en términos de la LFMN

El diseño de los mezcladores y patines de dosificación se realizará con base en las cantidades referidas por la normatividad vigente. Estos patines cuentan con bombas de desplazamiento positivo y sus columnas de calibración proveerán el aditivo en forma confiable y estable.

La medición se basa en la Resolución de las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG) en materia de medición aplicables a la actividad de almacenamiento de petróleo, petrolíferos y petroquímicos (RES/811/2015). Desde el tren unitario hasta el almacenamiento a granel, será mediante medidores másicos que estarán inmediatamente corriente arriba de los tanques y se usará la calibración del tanque como verificación de los volúmenes.

Sistema de Inventarios: Este se basa en medidores de nivel, uno por tanque. Medidores tipo servo-operados con compensación de temperatura, densidad y medición de fondo de agua en cumplimiento con la RES/811/2015. Cuenta con un sistema de administración capaz de realizar los cálculos de compensación por cambios de temperatura y densidad de acuerdo con lo indicado por el código API, utilizando las tablas correspondientes a temperatura de 20°C (59B y 60B) para obtener el cálculo de volumen corregido, volumen de agua (en caso de existir en el fondo del tanque) y masa para cada uno de los tanques contemplados en esta etapa.

Se utilizan válvulas automáticas en líneas de llenado y vaciado de tanques. Las válvulas a utilizar serán de tipo bola sobre muñón de acuerdo al diámetro de la tubería operadas por medio de un motor eléctrico. Estas válvulas serán operadas de forma automática por el PLC de acuerdo con la selección del operador. Todas las válvulas contarán con retro avisos para indicar si se encuentran abiertas o cerradas.

Configuración del sistema de entrega de petrolíferos (auto-tanque)

En el proyecto la entrega de petrolíferos por medio de auto tanques será de 8 bahías de entrega, en las cuales pueden entregar 1850 lt/min por bahía. Hay 4 bahías dedicadas para cada producto y 4 bahías pueden entregar los 3 productos pero con la condición de tener una operación mínima de 6 meses, ya que se tiene que vaciar el patín y calibrar de nuevo, así cuenta con versatilidad la planta.

Se anexa imagen del DTI de la zona de entrega de auto tanques DTI-441-16-100-DTI-007 (ANEXO 2).

El diseño de las normas es conforme a lo establecido en los códigos API, y cuentan con plan 52 para la protección del sello, lo cual garantiza seguridad en el sello. Consiste en la recirculación de fluido externo contenido en un tanque a presión menor que la de la cámara del sello mecánico.

III.1.5 Obra Eléctrica

Sistema de distribución eléctrica

El suministro de energía eléctrica se tomará desde la subestación existente en la planta de aceites con capacidad para 750 KVA (600 KW), y que actualmente tiene una carga de 364 KW. A esta se le agregará una carga aproximada de 200 KW, lo cual llevará a la subestación a una carga total de 564KW, sobrepasando el límite de operación recomendado. Por lo anterior se realizará una ingeniería de detalle eléctrica para determinar si la carga a instalar será soportada por la subestación o será necesaria una ampliación, misma que será cotizada de manera independiente.

Cableado eléctrico. Se instalará cableado eléctrico por medio de ductos subterráneos que corren desde la subestación de la planta de aceites hasta cada punto de las instalaciones comprendidas en el proyecto 0. Se construirán registros eléctricos nuevos y se aprovecharán los registros existentes.

Sistema de Tierras. Se considera la instalación de un sistema de tierras para el área de tanques, para el área de bombas y otro para el área de carga. En el caso de la subestación se utilizará el sistema de tierras existente.

Se define una UPS industrial con capacidad de 5KVA con alimentación a 220 VAC y 5 módulos de baterías calculadas para respaldar la energía eléctrica de toda la red de instrumentos, datos, sistemas de control, servidores y estaciones de trabajo por un periodo de hasta 60 min.

Cuarto de control de motores (CCM)

Se instalará un CCM tipo Inteligente con tecnología de punta con capacidad de control vía Ethernet, medición de parámetros de consumo, monitoreo de variables eléctricas en cada uno de sus módulos, arrancadores suaves de estado sólido para disminuir la corriente demandada durante el arranque de los motores y guarda motores con comunicación por red que permiten el monitoreo y control del status de cada motor. Este CCM es modular, lo cual nos permite poderlo crecer en línea o espalda, para poder ser utilizado posteriormente en el proyecto mayor. Este CCM cuenta con un interruptor principal, un transformador para control y alumbrado y un tablero de distribución de alumbrado, lo cual centra todos los circuitos eléctricos en un solo lugar, reduciendo espacio, cableado e incrementando el factor de seguridad de los usuarios.

Este sistema se encarga de controlar el proceso principal de la terminal, es decir, se encarga del control de las bombas de descarga, monitorear y asegurar las condiciones de cada válvula, monitorear el flujo en la recepción de producto (En caso de instalar patín de medición de flujo de entrada), monitorear las condiciones de cada tanque, monitoreo y

control de las líneas para llenado de auto tanques, adquisición de datos históricos de proceso, y manejo de información proveniente de los instrumentos

Instalar extintores en las áreas del centro de trabajo, de acuerdo con lo siguiente:

- Contar con extintores conforme a la clase de fuego que se pueda presentar (Véanse la Guía de Referencia VII, Extintores contra Incendio y la Guía de Referencia VIII Agentes Extintores) de la NOM-002-STPS vigente.
- Fuego clase C: Es aquel que involucra aparatos, equipos e instalaciones eléctricas energizadas;
- El sistema contra incendio será determinado en la ingeniería de detalle, el cual suministrará polvo químico o CO2 presurizado automatizado o manual.

Iluminación del área

Se proporcionará luz tipo LED para iluminación del área y de la descarga. La iluminación de las vías de descarga será conforme se requiera para cumplir con los 4 pies-candelas de los lugares de trabajo. Se contará con iluminación adecuada para las operaciones de 24 horas en cada instalación.

Todas las luces y reflectores exteriores estarán controlados por una fotocelda. Se dispondrá de iluminación de emergencia para puertas de salida con objeto de que existan condiciones para una evacuación segura de los edificios de MCC y de oficinas durante apagones. Se usarán controladores y detectores de movimiento en lugares apropiados para apagar las luces cuando no haya actividad.

La instalación de los sistemas de iluminación será conforme a la NOM-025-STPS-2008, NOM-001-SEDE, NFPA 30, NFPA 70, API RP 500, y 29 CFR 1910 subparte S vigentes, en lo que resulten aplicables.

Sistema de seguridad

La terminal requerirá barda perimetral, control de acceso, y circuito cerrado de televisión (CCTV) al igual que estaciones con personal de seguridad en la entrada principal y puntos de salida de la terminal.

Esto se definirá durante la fase de diseño detallado. Monitores, detección de gas combustible, ventilación, ruido, oficina, cercado e identificación tipo HAZOP. En el sistema de potencia y control se contará con televisión de circuito cerrado para monitorear la descarga de auto tanques y áreas de descarga de carro tanques.

Fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) y de emergencia

Se contará con respaldo de batería para el sistema PLC. El sistema eléctrico estará diseñado de tal forma que se pueda ingresar al sitio los generadores de emergencia portátiles y conectarse para una operación temporal.

Se instalarán extintores en las áreas del centro de trabajo, de acuerdo con lo siguiente:

- Contar con extintores conforme a la clase de fuego que se pueda presentar (Véanse la Guía de Referencia VII, Extintores contra Incendio y la Guía de Referencia VIII Agentes Extintores) de la NOM-002-STPS vigente.
- Fuego clase C: Es aquel que involucra aparatos, equipos e instalaciones eléctricas energizadas;

- El sistema contra incendios será determinado en la ingeniería de detalle, el cual suministrará polvo químico o CO2 presurizado.

SISTEMA ELÉCTRICO- CONTROLES E INSTRUMENTACIÓN

Códigos y normas aplicables

- Código Nacional Eléctrico
- NOM-001-SEDE-2012
- NFPA 72:2013
- Norma de control de instrumentos NEMA
- Permisos locales conforme aplique

Clasificación del área

La más reciente edición de API RP 505 “Práctica recomendada para la clasificación de áreas para instalaciones eléctricas”.

La más reciente edición del Código Nacional Eléctrico.

Control del proceso

Todavía no se desarrolla la lógica de control. Se enviarán las señales de los instrumentos de proceso al PLC y éste a su vez comandará al CCM. De igual forma la recolección y monitoreo de datos del equipo y proceso se enviarán al cuarto de control.

Motores

Los motores de las bombas son a prueba de explosión, del tipo “jaula de Ardillas”. Las que se usen en la terminal cumplirán con Nema Premium, construido en fierro vaciado. Los motores tipo “LE” a prueba de explosión están diseñados para ser utilizados en bombas con locaciones peligrosas, tales como en las que la atmósfera tenga gases, vapor o polvo que pueda causar una explosión. Estos motores están contruidos para contener explosiones dentro de la carcasa del motor y así prevenir que el motor se incendie por fuera reteniendo las chispas y explosiones. Los motores a prueba de explosión son clasificados de acuerdo al Código Eléctrico Nacional NEC®, en clases y grupos según el tipo de agente explosivo que presente.

Instrumentación de los tanques

Según se requiera, se usarán actuadores motorizados para el accionamiento de válvulas de bloqueo de los tanques. Se medirán los niveles del tanque mediante transmisores de nivel servo-operados. Se contará con un sistema de detección de fugas por medio de un sistema de gas y fuego en el área de almacenamiento del tanque.

Comunicación de datos/Sistema SCADA/ Control Remoto

Red SCADA e Interface Humano-Máquina para control de carga, descarga e inventarios. No se incluye torre de radio dado que la terminal petrolífera se comunicará por fibra óptica.

Medición del flujo

Éste se basa en medidores de flujo tipo *coriolis*, uno por descargadera y otro por llenadera. La medición de flujo tendrá compensación de temperatura, densidad y presión en cumplimiento a las disposiciones administrativas de carácter general en materia de medición aplicables a la actividad de almacenamiento de petróleo, petrolíferos y petroquímicos (DAGCs), resolución Núm. RES/811/2015. . Cuenta con un sistema de administración (UCL) capaz de realizar los cálculos de compensación por cambios de temperatura y densidad de acuerdo con lo indicado por API, utilizando las tablas correspondientes a temperatura de 20°C (59B y 60B) para obtener el cálculo de volumen corregido. (Será el mismo sistema para las siguientes etapas.)

Control de flujo

En cuanto a las operaciones de carga de auto tanques, en el control de flujo se usarán controladores de última generación y válvulas de control de dos etapas para permitir caudales iniciales y finales reducidos y el máximo caudal permisible de carga.

Sistema de Inventarios: Este se basa en medidores de nivel, uno por tanque. Medidores tipo servo-operados con compensación de temperatura y densidad y medición de fondo de agua, en cumplimiento disposiciones administrativas de carácter general en materia de medición aplicables a la actividad de almacenamiento de petróleo, petrolíferos y petroquímicos (DAGCs), resolución Núm. RES/811/2015.

Válvulas

Se utilizan válvulas automáticas en líneas de llenado y vaciado de tanques. Las válvulas a utilizar serán de tipo bola sobre muñón de acuerdo al diámetro de la tubería operadas por medio de un motor eléctrico. Estas válvulas serán operadas de forma automática por el PLC de acuerdo con la selección del operador. Todas las válvulas contarán con retro avisos para indicar si se encuentran abiertas o cerradas.

Monitoreo de bombas

Bombeo. Se cuenta con un control de arranque y paro para las bombas de descarga de producto o recepción, así como de las bombas que alimentan las bahías de llenado de auto tanques. Estos sistemas de bombeo son controlados por el PLC de proceso mediante un CCM inteligente. La instalación de dichas bombas será en términos de lo establecido en los estándares API 610, API 2610 y API 674 en lo que resulten aplicables. Los sellos mecánicos de acuerdo a API-682 3a. Edición.

III.1.6 Proyecto Sistema Contra Incendio.

Sistema contra incendio

La red de agua contra incendio base agua debe ser diseñada conforme a los requerimientos necesarios para la Terminal de Almacenamiento y Reparto “Lagos de Moreno”. Los componentes de los equipos de la red contra incendio deben resistir las condiciones climatológicas y emanación de vapores corrosivos derivadas del medio ambiente y del proceso productivo de la instalación.

Cualquier desviación de esta especificación no es aceptable, a menos que se notifique con antelación por el Contratista y dicha notificación haya sido aprobada por el Cliente, todo por escrito. De este modo el contratista será responsable de los diseños de ingeniería, adquisición de material, fabricación, inspección, pruebas, acabados y entrega de todos los equipos dinámicos, dispositivos de descarga de agua, tuberías y accesorios de tubería de la red de agua contra incendio.

Dicho lo anterior y con base en la correspondiente documentación, derivada del diseño de ingeniería, procura de equipos, requisición de materiales, certificados de fabricación, certificados de inspecciones y pruebas y certificados de calidad, los cuales forman parte integral de la Ingeniería de Detalle para la red contra incendio, el Contratista deberá contemplar y enviar al Cliente copia de toda la información correspondiente a las características constructivas y de operación de los equipos dinámicos, dispositivos de descarga de agua, tuberías y accesorios de tubería de la red de agua contra incendio.

Todos los componentes de la red de agua contra incendio deberán ser diseñados, contruidos y probados de acuerdo con los estándares y normas listados en esta especificación, así como a las mejores prácticas de ingeniería y métodos propios del Contratista, debiendo operar satisfactoriamente en un mínimo de veinte (20) años y al menos cinco (5) años de operación ininterrumpida.

En caso de cualquier conflicto entre las especificaciones, normas y hojas de datos aplicables, el siguiente orden de precedencia tendrá efecto:

- Hoja de datos
- Esta especificación
- Normas nacionales
- Normas extranjeras
- Normas internacionales.

El fabricante deberá demostrar una sólida experiencia en la fabricación mínima de diez (10) años de los equipos dinámicos, dispositivos de descarga, tubería y accesorios de tubería de la red de agua contra incendio en aplicaciones similares.

La red de agua contra incendio cubierta por esta especificación, deberá ser diseñada y construida expresamente para la aplicación requerida por reconocidas compañías cuyo plan de gestión de la calidad esté certificado por ISO-9001 para el diseño, construcción y pruebas de taller.

El Contratista que instale la red de agua contra incendio deberá poseer su certificado de ISO- 9001 como evidencia en el momento de recepción de las ofertas, los ofertantes que no presenten su certificado vigente no serán aceptados.

El Contratista es totalmente responsable por la selección y suministro de todos los equipos dinámicos, dispositivos de descarga, tubería y accesorios de tubería de la red

contra incendio que del diseño de la ingeniería de detalle se deriven, incluyendo esto, si es que requiere de una Sub-Contratista, así como su soporte técnico coordinado con el Cliente. Siendo con esto el Contratista responsable de la instalación y operación satisfactoria de la red contra incendio.

La conformidad de la red de agua contra incendio suministrada e instalada, así como la orden de compra y sus documentos anexos (documentos de diseño de la ingeniería de detalle), no releva al Contratista de su responsabilidad en el suministro de equipos apropiados para el servicio especificado ni al cumplimiento de las garantías contractuales.

BOMBAS CONTRA INCENDIO

Las bombas contra incendio deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

El equipo de bombeo del sistema contra incendio debe cumplir los requerimientos de diseño y fabricación de la norma NFPA 20, la cual indica que las bombas deben ser para servicio específico de protección contra incendio, siendo las bombas principal y de respaldo listadas “UL” y aprobadas “FM”. La bomba *Jockey* (sostenedora de presión) no requiere estar listada, pero si debe estar aprobada.

Las bombas contra incendio (principal, relevo y sostenedora) deben tener como identificación una placa metálica colocada en un lugar visible, en donde se indiquen sus características principales tales como:

- Fabricante
- Tipo
- Número de serie
- Condiciones de operación
 - Gasto y presión nominal
 - Revoluciones por minuto
 - Gasto y presión al 150% del nominal
 - Presión de cierre
 - Logotipos de listado UL y aprobación FM

Las bombas contra incendio deben tener la característica de proporcionar, al menos, el 150% de su capacidad nominal operando como mínimo al 65% de su presión nominal de descarga.

La curva de operación de la bomba debe mostrar un comportamiento estable, incrementando continuamente la carga a medida que se reduce la capacidad hasta la condición de válvula cerrada (shut-off). El incremento de la carga al cierre de la válvula no deberá ser mayor del 140% para bombas horizontales.

El accionador (motor de combustión interna a diésel) deberá ser capaz de desarrollar la suficiente potencia para cumplir con que resulte en ambos puntos de operación.

El equipo, incluyendo auxiliares, debe estar adecuado para condiciones específicas de operación y deberá ser diseñado y construido para una vida de servicio mínima de 20 años.

Como incluyentes auxiliares se debe contar con un paquete (skid) que realice la interconexión entre cabezal de descarga y cabezal de retorno a tanque que este conformado por, medidor de flujo, válvulas de bloque y válvulas para descarga de agua de 2½"Ø, tal y como lo indica la norma NFPA 20 – 2016.

En cuanto a su diseño, las bomba principal y de relevo deberá ser de acuerdo al estándar FM- 1311 y ANSI/UL 448.

El diseño de la carcasa deberá ser dividida axialmente, con ambas partes sujetas mediante tornillos guía, con la finalidad de que ambas caras se asienten correctamente. Los soportes de las chumaceras deberán ser de fundición y maquinados integralmente en la sección inferior de la carcasa.

La bomba *jockey* deberá ser de un diseño de bomba centrífuga, vertical, de pasos múltiples o bomba jockey tipo turbina regenerativa o bomba de succión axial.

La bomba *jockey* debe ser dimensionada para compensar la tasa de fugas permisible en 10 minutos o 1 gpm, lo que sea mayor.

El equipo bomba-motor-controlador deberá ser ensamblado y montado como paquete, en un patín rígido de acero estructural A-36, con orejas de izaje y pernos de anclaje, adecuado para instalarse en cimentación de concreto.

Todo el equipo deberá ser diseñado para permitir un mantenimiento rápido y económico.

La bomba principal y de relevo del sistema contra incendio serán accionadas por motores de combustión interna a diésel de aspiración natural, del tipo de ignición por compresión, en cumplimiento con el Capítulo 11 "*Diesel Engine Drive*" del estándar NFPA 20. Deberán ser de arranque eléctrico por batería, no está permitido el uso de motores de combustión interna encendidos por chispa. Los motores de combustión interna deben contar con aprobación FM- 1333 para servicio contra incendio.

El motor debe tener una potencia 10 % mayor de la requerida por la bomba a la velocidad de diseño.

El motor debe estar conectado a la bomba de eje horizontal mediante un acoplamiento flexible o un eje de conexión flexible, listado para este servicio.

El accionador deberá ser dimensionado para alcanzar la máxima condición de operación especificada en la hoja de datos.

El equipo deberá ser ensamblado y montado como paquete en un patín rígido de acero estructural, con orejas de izaje y pernos de anclaje, adecuados para instalarse en cimentación de concreto.

La bomba y su accionador deberán ser alineados conforme a las especificaciones del fabricante del acoplamiento y de la bomba y de la última edición de *Hydraulics Institute Standards*.

El motor de combustión interna deberá de tener como mínimo los siguientes componentes:

- Gobernador de velocidad variable con límites de regulación de 8 a 10%.
- Alternador de 45 amperes.
- Marcha 12 voltios.
- Intercambiador.
- Bomba de combustible.
- Tanque de combustible.
- Solenoide 12 voltios para el corte combustible.
- Tacómetro para indicación de velocidad.
- Horómetro mecánico.
- Sensor e indicador de temperatura de aceite.
- Filtro de aceite.
- Sensor e indicador de temperatura del sistema de enfriamiento
- Sensor e indicador de presión del aceite.
- Amperímetro.
- Pick up magnético.
- Contactor auxiliar de marcha.
- Batería de 12 voltios y batería de respaldo con cargador de suministro externo.
- Cables.
- Filtro de aire.
- Brida de tubo de escape de acero con junta de expansión.
- Tablilla de conexiones externa.

Se deberá suministrar un sistema de combustible, que incluya un tanque para consumo de 8 horas diarias de operación continua o para una capacidad de un galón por cada HP del motor propuesto más un 10 % (lo que sea mayor) incluirá su tubería de llenado, tubería de salida al motor, tubería de retorno al motor, indicador de nivel, venteo con arrestador de flama y tubería para derrame. El sistema de combustible del motor incluirá dos filtros para diesel conectados en serie. El tanque de combustible deberá contar con aprobación FM-142.

El tanque de combustible deberá de contar con purga para el drenado de sedimentos, así como indicador de nivel. Todas las mangueras que manejen combustible deben ser flexibles y resistentes al fuego.

El motor de combustión interna estará equipado con un tablero integral en la base del motor que incluya como mínimo lo indicado en el punto 11.2.5 “Instrumentation” del estándar NFPA 20.

Todos los tableros controladores de las bombas contra incendio deberán venir montados en el patín estructural de cada paquete de bombas. Los controladores deberán ser aprobados FM- 1321.

La estructura o panel deberá como mínimo, estar firmemente montada sobre un gabinete protegido a prueba de goteo NEMA 4.

Los gabinetes deberán tener conexión a tierra de conformidad con el NFPA 70, y el artículo 250 del Código Eléctrico Nacional.

Los gabinetes deberán estar contruidos con lámina de acero rolada en frío y estructuras de perfiles laminados de acero, que formen una estructura que le permita auto soportarse sobre el patín estructural. El diseño del gabinete será con una puerta al frente abatible que permita el acceso para cuestiones de mantenimiento. La parte posterior del interruptor será de frente muerto, con tapa “atornillable” para permitir el acceso al compartimiento de terminales de los tableros de control y de los terminales de la línea.

La cara visible del controlador debe quedar perfectamente pulida y limpia, debe cubrirse con dos capas (mínimo) de pintura base (primario), seguidas de otras dos capas de pintura para acabado final color rojo bermellón.

Se debe proveer una placa, que permitirá realizar la conexión a tierra del interruptor a la red del sistema de tierra con conectores mecánicos y/o de presión, así como el patín donde se monta el equipo el cual se utiliza una conexión soldable en dos puntos.

El tablero deberá tener las preparaciones necesarias para recibir la tubería *conduit* de cada uno de los alimentadores. Y deberá tener un mecanismo que no permita la apertura de la puerta principal mientras este energizado el interruptor principal.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA RED CONTRA INCENDIO

La red de tuberías de agua contra incendio tendrá una configuración en anillos principales y estará conformada por:

Tubería de la red de agua contra incendio:

- a) Cabezales de succión y descarga de bombas contra incendio, anillos de distribución superficiales y enterrados y derivaciones hacia hidrantes-monitores e hidrantes de gabinetes para manguera.
- b) Válvulas de seccionamiento en cabezales de succión y descarga de bombas y en anillos de distribución.
- c) Hidrantes-Monitores del tipo corazón (o equivalente) manuales. Monitores con boquillas de descarga de agua de 500 gpm, con tomas para hidrantes en 1½ y 2 ½ pulgadas para descarga de 100 gpm.
- d) Hidrantes de gabinete para manguera. Hidrantes con gabinete, manguera de 1½ pulgadas, boquilla para descarga de 100 gpm, conexiones roscadas y llaves para apriete manual

Bombas contra incendio. Bomba principal y respaldo centrifuga horizontal de carcasa bipartida con motor de combustión interna a diésel y bomba jockey con motor eléctrico.

RED DE AGUA CONTRA INCENDIO

La red de tuberías de agua contra incendio deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) Las tuberías para la red de agua contra incendio deben cumplir con la norma AWWA C200 y con los requerimientos de fabricación de la especificación ASTM A53.

El diámetro de los cabezales de succión/descarga y anillos principales deberá ser de 6 pulgadas como mínimo. No se permitirá ninguna interconexión de la red de agua contra incendio con algún servicio de agua, por ejemplo, agua de servicios, enfriamiento, etc., el sistema es para uso exclusivo de la red contra incendio.

La tubería será instalada de forma aérea, y en pasos de calle y vialidades deberá ser enterrada a 900 mm del lomo superior de tubería.

- b) Las válvulas de seccionamiento serán del tipo compuerta de vástago ascendente (OS&Y), cuerpo de acero al carbón ASTM A216 grado WCB, clase 150#, extremos bridados, cara realzada (R. F.), volante fijo, vástago ascendente, cuña sólida o flexible, bonete bridado con diseño de empaquetadura, internos de aleación CoCr ó NiCr, asientos con cara endurecida de acuerdo al código ASME B16.34, trim 5 conforme ISO 10434.

En la etapa de Ingeniería de Detalle para la instalación y pruebas de las válvulas de seccionamiento de tipo compuerta se deberá considerar el suministro, instalación, acarreo, carga, descarga, soportería, mano de obra y todos los materiales para su correcta instalación.

La ubicación de dichas válvulas es de gran importancia, de manera tal, que puedan aislarse los tramos de tubería en cada anillo de la red, para reparaciones y/o realización de trabajos de ampliación y mantenimiento, sin dejar de que en

caso de alguna emergencia por fuego quede deshabilitada la red, provocando no poder realizar la protección de la instalación ante la emergencia.

Las válvulas instaladas para la red contra incendio deben ser listadas *UL* y aprobadas *FM* para servicio contra incendio, las válvulas deben instalarse sobre el nivel de piso terminado.

- c)** Hidrante-Monitor. La derivación que alimentará a los hidrantes-monitores debe ser a base de tubería de 6 pulgadas de diámetro como mínimo y cumplir con lo requerido en el inciso a) descrito anteriormente.

El hidrante será fabricado en tubería de acero al carbón ASTM A53 de 6 pulgadas de diámetro como mínimo, cédula estándar, brida superior cuello soldable de 4 pulgadas, clase 150#, cara realzada (R.F.) con dos (2) salidas laterales de 1½ y 2 ½ pulgadas de diámetro.

Las dos (2) salidas laterales para conexión a manguera de la parte del hidrante deben contar con válvula tipo compuerta para servicio contra incendio de material acero al carbón ASTM A216 Gr WCB.

Válvula de admisión a monitor, debe ser una válvula de apertura y cierre rápido de 4 pulgadas de diámetro, clase 150#, cuerpo de acero al carbón ASTM A216 Gr WCB, con maneral para su apertura y cierre de ¼ de vuelta. La válvula de admisión o suministro para el monitor deberá ser listada UL y/o aprobada FM.

Monitor de material bronce o resistente a la corrosión, entrada bridada de 4 pulgadas, clase 150#, salida macho de 2½ pulgadas, para instalación fija, con movimiento horizontal de 360° y movimiento vertical de 120°, debe tener proyección de posición fija en una dirección deseada de acuerdo al riesgo protegido. El monitor deberá descargar más de 250 gpm. El monitor debe ser listado UL y/o aprobado FM.

Boquilla de Monitor de 2½ pulgadas de diámetro para descargar un gasto de 500 gpm fabricada en material resistente a la corrosión (como el bronce), el patrón de descarga deberá ser de chorro directo, niebla estrecha (cono difusor a 30°) y niebla amplia (cono difusor a 60°), debe trabajar a una presión de operación de 100 psi. La boquilla debe listada UL y/o aprobada FM.

- d)** Hidrantes de gabinete para manguera, conformado por manguera flexible que se pueda enrollar y de fácil manejo por personal de la Terminal de Almacenamiento y Reparto “Lagos de Moreno”, para su conexión contará en sus extremos con coples conectores roscados (hembra y macho) que permitan la conexión con los accesorios instalados para el servicio contra incendio del gabinete.

La manguera para servicio contra incendio debe ser fabricada con un tubo interior de material flexible y un forro tejido de fibra natural o sintética, la longitud de la manguera será de 100 ft (30 m).

La manguera y los accesorios de conexión deben dar cumplimiento a los requerimientos de las NFPA 1961 y NFPA 1963, y deben ser listadas UL y aprobadas FM.

El gabinete para manguera se conformará por, gabinete de acero al carbón con puerta metálica con bisagra y chapa y cerrado con llave, conteniendo leyenda de “Manguera Contra incendio”, el gabinete será pintado de color rojo y albergará la manguera y accesorios de conexión.

CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO.

Es recomendable que las bombas contra incendio sean instaladas en un cuarto de bombas, principalmente porque se deben diseñar y construir con materiales de resistencia al fuego. Se deberá cumplir con el apartado 4.12 de la NFPA 20 dedicado a la protección del equipamiento, es decir, a las bombas contra incendio.

El cuarto de bombas deberá contar con ventilación, iluminación de emergencia, canalización a drenaje para que las bombas contra incendio estén lo más protegidas posibles de las inclemencias del tiempo.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE LA TAR LAGOS DE MORENO.

COBERTIZO DE BOMBAS DE AGUA CONTRA INCENDIO **BOMBAS DE AGUA CONTRA INCENDIO**

El nuevo cobertizo de las bombas de agua contra incendio está constituido por:

- Una (1) bomba principal accionada mediante motor de combustión interna a Diésel.
- Una (1) bomba auxiliar (relevo), accionada por medio de motor de combustión interna a Diésel.
- Una (1) bomba *jockey* (de presurización), accionada por motor eléctrico.

TABLEROS DE CONTROL LOCAL

Las Bombas de agua contra incendio deben ser monitoreadas y controladas por medio de Tableros de Control (controladores) los cuales, se encuentran localizados a pie de cada una de ellas y serán totalmente independientes uno del otro, y solo tendrán comunicación con su equipo respectivo.

Los Tableros de control locales para las bombas principal y auxiliar (para motor de combustión interna a Diésel), cuentan con un Selector *manual-fuera-automático* de

arranque para ambas bombas. En el caso de la Bomba de Presurización (*Jockey*), su tablero de control local, cuenta con un selector *manual-fuera-automático* para el arranque y paro de la misma.

Para el arranque y (en su caso) paro automático de las bombas de agua *Contraincendio*, cada Tablero de Control local cuenta con un interruptor de presión, que se debe ajustar a valores predeterminados de alta y baja presión, su localización física está dentro del Gabinete de cada Tablero y su toma de presión (impulso) ubicada en la tubería de descarga de cada bomba.

El arranque automático, es efectuado por las señales provenientes de dichos interruptores de presión escalonados a diferentes puntos de ajuste (con un valor en la diferencial de presión de las bombas *Contraincendio jockey* y la principal de 5 psi; entre la principal y la auxiliar de 10 psi. El paro de dichas bombas debe efectuarse de forma manual; a excepción de la bomba de presurización (*Jockey*) solo en cuyo caso, el arranque y paro debe ser automático con un valor de ajuste a 165 psig para el arranque y con un valor de presión en la red general de 170 Psig de paro.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OPERACIÓN DE LAS BOMBAS CONTRAINCENDIO

En caso de detectarse disminución de presión en la red general por el uso de alguno de los dispositivos de *Contraincendio* conectados a la misma (Hidrantes, Monitores, aspersores), la bomba de presurización *jockey* se activará en forma automática al recibir la señal de baja presión de la red. Si la operación de la bomba *jockey* no es suficiente para mantener la presión de operación de la red y ésta sigue cayendo, arrancarán las bombas principales de agua contra incendio, solas en caso de falla en el arranque o no se pueda mantener la presión de suministro en el cabezal, deberá entrar y arrancar la bomba auxiliar.

Los instrumentos asociados e interruptores de presión, deberán ser alambrados desde los motores correspondientes a cada bomba y hasta las tablillas de conexiones de cada Tablero.

RED GENERAL DE AGUA CONTRAINCENDIO

En caso de presentarse una fuga o derrame de producto en cualquiera de los tanques de almacenamiento, se generará una nube de mezcla explosiva que de alcanzar el máximo porcentaje del límite inferior de explosividad de los gases o vapores liberados provocará un incendio o incluso una explosión. Por esa razón, se deben de activar inmediatamente las válvulas de diluvio, con el fin de prevenir o extinguir el incendio, el Personal operativo tomara las medidas necesarias y se activen los Monitores-Hidrantes o los Hidrantes (por medio de mangueras), con el fin de formar cortinas de agua que contengan el derrame y eviten la posible ignición del producto derramado.

En caso de presentarse un incendio en la Terminal de Almacenamiento y Reparto, el Personal de campo estará entrenado en el conocimiento del equipo *contraincendio*, debe accionar los monitores y preparar los hidrantes con mangueras que se encuentren más

cercanos al área del siniestro, provocando también con ello el arranque del sistema de bombeo de agua contra incendio.

SISTEMA PROPORCIONADOR DE ESPUMA CONTRA INCENDIO DE PRESIÓN BALANCEADA

El sistema de Proporcionador de espuma contraincendio de presión balanceada tipo paquete se empleará para proteger contra fuego las siguientes áreas:

- Tanques de almacenamiento.
- Carro tanques
- Llenaderas

COBERTIZO DEL SISTEMA PROPORCIONADOR DE ESPUMA CONTRAINCENDIO

El Sistema Proporcionador de espuma Contraincendio estará integrado por los siguientes componentes los cuales se ubicarán dentro de un Skid:

- Tanque atmosférico horizontal de almacenamiento de Concentrado líquido de espuma sintética del tipo militar AFFF al 3%.
- Proporcionador de solución espumante del tipo venturí modificado.
- Bomba de concentrado de espuma accionada por medio de motor Eléctrico.
- Bomba de concentrado de espuma accionada mediante motor de combustión interna a Diésel.
- El lazo de manómetros y válvula reguladora de presión, cuyo propósito es llevar a cabo el balance de presiones en el Proporcionador y quien lleva a cabo el arranque de las bombas de espuma.

TABLEROS DE CONTROL LOCAL

Las Bombas de espuma contraincendios deben ser monitoreadas y controladas por medio de Tableros de Control (controladores) los cuales, se encuentran localizados a pie de cada una de las bombas y serán totalmente independientes uno del otro, y solo tendrán comunicación con su equipo respectivo.

Los tableros de Control se listan a continuación:

- Tablero de control local Bomba Auxiliar.
- Tablero de control local Bomba Principal.

El Tablero de control local para motor de combustión interna a Diésel, cuentan con un Selector manual-fuera-automático de arranque y paro de la Bomba Auxiliar. El Tablero de control local para motor eléctrico, cuenta con botones pulsadores de arranque y paro en forma manual de la bomba Principal.

Para el arranque y (en su caso) paro automático de las bombas de espuma contraincendio, cada Tablero de Control tendrá comunicación directa con el Lazo de control y balanceo de presiones en el Proporcionador. Cuando la presión en el cabezal de distribución de líquido espumante que alimenta a dispositivos contraincendio decaiga por la apertura de alguna de las válvulas de diluvio por el sistema de gas y fuego, el Sistema detectará dicha disminución y la censará en el Proporcionador, el cual para compensar

ese desbalanceo de presiones generará una señal y la enviará hacia el Controlador para el arranque automático de la bomba principal de espuma y si no arrancase la primera, generará una siguiente señal para el arranque de la auxiliar.

Las bombas estarán interconectadas a un cabezal de alimentación al Proporcionador y estarán provistas de los controles necesarios para entrar y salir y para responder a la demanda de líquido espumante, escalonadas de acuerdo a una secuencia selectiva determinada por las señales que genere el Proporcionador de solución espumante de acuerdo con la presión de operación de la línea de distribución de agua Contra incendio (170 Psig). Presión bajo la cual trabajará el cabezal de distribución de solución espumante, así como los cabezales secundarios.

El Personal operativo de la Terminal de Almacenamiento y Reparto tendrá la responsabilidad de mantener empacada la red de distribución de espuma, con solución espumante (sintética AFFF del tipo militarizada al 3%) desde la salida del Proporcionador de espuma (perteneciente al Sistema Proporcionador de Espuma) y hasta cada una de las válvulas de diluvio que se encuentran localizadas en los tubos de alimentación a cada una de las áreas a proteger y que conforman el Sistema Contra incendio para la protección de la Terminal de Almacenamiento y Reparto “Lagos de Moreno”.

Corriente debajo de cada válvula de diluvio los tubos de alimentación estarán totalmente vacíos (secos).

Sistema de detección y alarma

Los sistemas de detección y alarma tienen por objeto descubrir rápidamente el incendio y transmitir la noticia para iniciar la extinción y la evacuación. La detección de un incendio puede realizarse mediante estos sistemas:

- Detección humana.
- Instalaciones automáticas de detección de incendios.
- Sistemas mixtos.

Detección Humana ó Manual.

La detección queda confiada a las personas, es imprescindible una correcta formación en materia de incendios, el plan de emergencia debe establecer detalladamente, las acciones a seguir en caso de incendio:

- Localización del incendio y evaluación del mismo.
- Aviso al servicio interno y/o externo de extinción y alarma para evacuación de personas, todo según plan preestablecido.
- Extinción del fuego.

El desarrollo de estas funciones exige la existencia de un Plan de Emergencia y de una formación correcta, que debe incluir:

- Conocimiento y entrenamiento exhaustivo de sus cometidos dentro del plan de emergencia.
- Zonas de riesgo críticas.

- Emplazamiento de pulsadores de alarma y forma de aviso rápido al coordinador de la empresa y a los bomberos.

Detección Automática.

Las instalaciones fijas de detección de incendios permiten la detección y localización automática o semiautomática, accionando los sistemas fijos de extinción de incendios. La detección automática puede vigilar permanentemente zonas inaccesibles a la detección humana. Las funciones del sistema de detección automática de incendios son:

- Detectar la presencia de contacto con un incendio con rapidez, dando una alarma preestablecida (señalización óptica-acústica en un panel o central de señalización).
- La detección ha de ser fiable, antes de sonar la alarma principal, se debe comprobar la realidad del fuego detectado.
- Localizar el incendio en el espacio.
- Ejecutar el plan de alarma, con o sin intervención humana.
- Realizar funciones auxiliares: Transmitir automáticamente la alarma a distancia, disparar una instalación de extinción fija, parar máquinas (aire acondicionado), cerrar puertas, etc.

Los componentes principales de una instalación fija de detección son:

- Detectores automáticos.
- Pulsadores automáticos.
- Central de señalización y mando a distancia.
- Aparatos auxiliares: Alarma general, accionamiento de sistemas de extinción, etc.

Tipos de Detectores Automáticos

Los detectores automáticos son elementos que detectan el fuego a través de algunos fenómenos que lo acompañan como: gases y humos, temperatura, radiación UV, visible o infrarroja, etc., como por ejemplo, un detector de gases o iónico.

Utilizan el principio de ionización y velocidad de los iones conseguida mediante sustancia radiactiva, inofensiva para el hombre.

- Detector de Humos Visibles (Óptico de Humos).

Mediante una captación de humos visibles que pasan a través de una célula fotoeléctrica se origina la correspondiente reacción del aparato.

- Detector de Temperatura.

Reaccionan a una temperatura fija para la que han sido preparados.

- Detector de Llama.

Reaccionan frente a las radiaciones, ultravioleta o infrarroja, propias del espectro. Existen tipos que comparan y analizan los fenómenos para tener una respuesta más confiable.

- Detector de gases tóxicos

Un detector de gas tóxico o también conocido como monitor de gas tóxico , es un dispositivo que mide e indica la presencia o la concentración de gases tóxicos en el aire que le rodea. Pueden ser contruidos para uso en una posición fija , tal como aquellos que están montados en una pared , o pueden ser diseñados como dispositivos portátiles con el fin de comprobar si hay gases tóxicos en entornos al aire libre.

Los Detectores de gases tóxicos proporcionan concentraciones de gas en el aire utilizando una medición del orden partes por millón (PPM) . Esto significa que hay una parte de gas tóxico por un millón de partes de aire que se ha medido.

- Detector de gas combustible (mezclas explosivas).

Debe supervisar continuamente la concentración de gas combustible en áreas abiertas y cuando exista una concentración determinada debe enviar una señal al CEP o al Tablero de seguridad para la activación de alarmas audibles y visibles.

El equipo detector debe estar compuesto por dos dispositivos principales: sensor y transmisor.

El transmisor debe procesar la señal proveniente del sensor y la debe reproducir como una señal eléctrica, ya sea proporcional a la condición de calibración del Elemento Primario de Medición (EPM) o como un indicativo de alarma.

El transmisor se debe basar en un microprocesador, para monitoreo continuo de la presencia de concentraciones potenciales de gas combustible.

Pueden ser contruidos para uso en una posición fija, tal como aquellos que están montados en una pared , o pueden ser diseñados como dispositivos portátiles con el fin de comprobar si hay gases tóxicos en entornos al aire libre

Los Detectores de gases tóxicos proporcionan concentraciones de gas en el aire utilizando una medición del orden partes por millón (PPM). Esto significa que hay una parte de gas tóxico por un millón de partes de aire que se ha medido.

SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS.

El sistema de detección y el sistema de extinción, son sistemas diferentes que están íntimamente relacionados, forman la parte medular de un S.C.I. (Sistema Contra Incendios). Cuando un incendio es detectado es necesario responder inmediatamente y esto solo se logra mediante un sistema que funcione de forma óptima, tal es el caso que en el presente trabajo se plantea un sistema que permita una respuesta adecuada cuando se produzca un siniestro.

Con el motivo de proteger la integridad del personal, conservar las instalaciones, medio ambiente y bienes, es necesario actuar de manera inmediata cuando se presente un

incendio o algún fenómeno que ponga en riesgo al Terminal. El sistema de detección está diseñado para funcionar ya sea de forma automática o de forma manual, cuando exista presencia de agentes que pongan en riesgo a las instalaciones y al personal la respuesta pueda ser la más rápida, para evitar su propagación y evitar el riesgo en el resto de las instalaciones.

El sistema de detección está compuesto por diferentes dispositivos, que interactúan con el sistema de extinción mediante la activación de actuadores, los que están instalados en todos los lugares de la terminal donde es necesario proteger y en los lugares más apropiados para no interferir con la operación normal de la estación, inclusive el sistema está diseñado para activar de forma remota los dispositivos que forman parte del sistema de extinción.

Un sistema automático de detección y alarma de incendios está constituido fundamentalmente por: un tablero central de control, el mismo que tiene un PLC redundante un IHM (Interfaz Hombre Maquina) para el control y monitoreo de los diferentes elementos y dispositivos del sistema de detección y extinción instalados en la terminal, detectores de incendios, estaciones manuales de alarma, difusores de sonido, circuitos de señalización, etc. esto permite alertar al personal y responder de forma inmediata cuando ocurra algún fenómeno.

Elementos del Sistema de Detección de Incendios de la Terminal de Lagos de Moreno

Controlador Lógico Programable (PLC).

Como su nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real, por lo general es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales. Los PLC sirven para realizar automatismos, se puede ingresar un programa en su disco de almacenamiento y con un microprocesador integrado corre el programa, se tiene que saber que hay infinidad de tipos de PLCs, mismos que tienen diferentes propiedades que ayudan a facilitar ciertas tareas. Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar, esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementar a través de los accionadores o actuadores de la instalación.

Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones de detección y mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los preaccionadores y accionadores. Además cumplen la importante función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa.

Entre las ventajas que estos equipos poseen se encuentra que, gracias a ellos es posible ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin mayores costos adicionales, por otra parte, son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo, sin embargo, y como sucede en todos los casos, los controladores lógicos programables, o PLC, presentan ciertas desventajas como es la necesidad de contar con técnicos calificados y preparados específicamente

para ocuparse de su buen funcionamiento. Los PLC's de esta terminal reciben señales de entrada de los dispositivos de detección (detectores de mezclas explosivas, detectores de flama, estaciones manuales de alarma, etc.), coordinan el monitoreo y controlan las señales de salida de los actuadores (sirena, luces estroboscópicas, solenoides de las válvulas de diluvio, bombas de concentrado, bombas de agua, etc.), el reporte de fallas y el estado del S.C.I. se puede revisar en un H.M.I.

Detector de Flama (FD).

Los detectores de flama son dispositivos de vigilancia en tiempo real, típicamente ubicados a lo largo de las instalaciones con el objeto de alcanzar el área de cobertura específica y asegurar que se cumplan los requerimientos de seguridad del sitio. Cada detector es capaz de proveer señales de alarma por fuego luego de analizar características que permiten identificar que efectivamente se trata de un incendio, o alarma por fallas al equipo de control.

Figura 6. Detector de Flama



Campo de Visión del Detector de Flama.

Los detectores de llama tienen un ángulo de cobertura o protección aproximado de 100° en el plano horizontal y 95° en el plano vertical, este campo de visión forma una especie de pirámide con vértice en el centro del detector.

Figura 7. Horizontal: 100 °

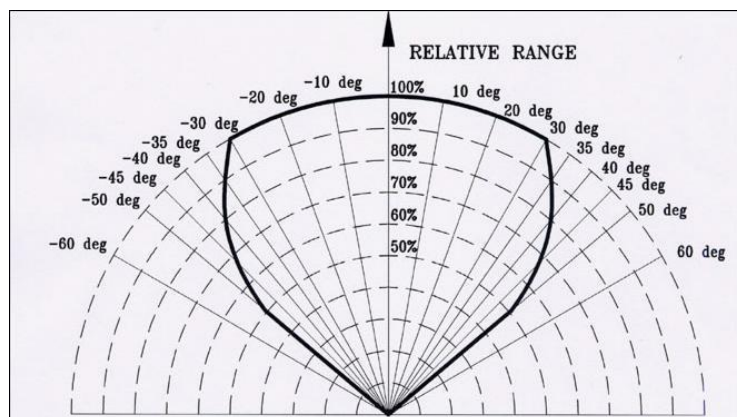
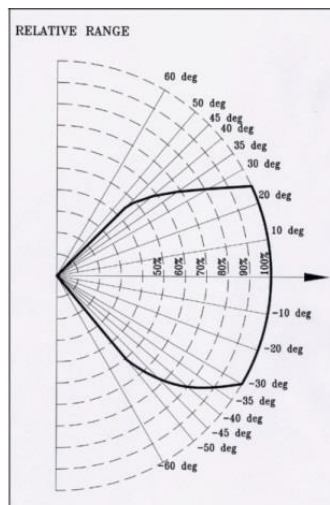


Figura 8. Vertical: +50 ° (down) , -45 ° (up)



Tiene una distancia de captación de flama entre los 44 m, esta distancia puede ser mayor o menor dependiendo del material que esté en combustión y del equipo de detección. El detector de flama deberá montarse apuntando hacia abajo con algún grado de inclinación o de forma vertical, de modo que el polvo y la humedad no se acumulen sobre las ventanas ópticas de los detectores y para evitar que los rayos solares sean confundidos con llamas.

Sirena de Anuncio de Alarma (H).

La sirena es un dispositivo altavoz amplificado de alta potencia con controles internos y señal audible para servicio en áreas exteriores, cuyo propósito fundamental es el de alertar al recurso humano de la presencia de riesgo para que puedan reaccionar de manera adecuada. La cobertura de estos dispositivos es de tipo direccional por su diseño, por esto no es complicado el posicionamiento y su instalación. Se obtiene la distribución del sonido en todo el rededor del sitio.

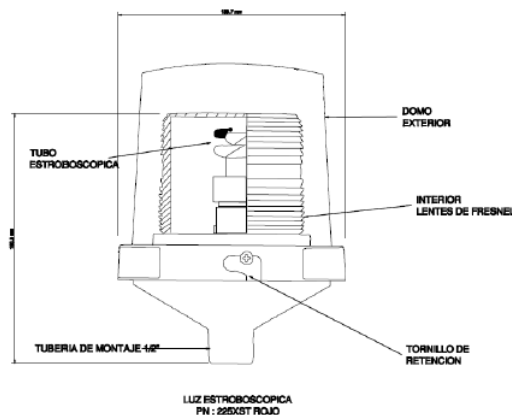
Figura 9. Federal Signal Corporation



Estroboscópica.

Las luces estroboscópicas son señales visuales diseñadas para usarse en instalaciones peligrosas, tanto en interiores como al aire libre. Proporcionan una señal visible que alerta al personal sobre la presencia de peligro en las proximidades del lugar donde está encendiendo la luz estroboscópica.

Figura 10. Luz Estroboscópica



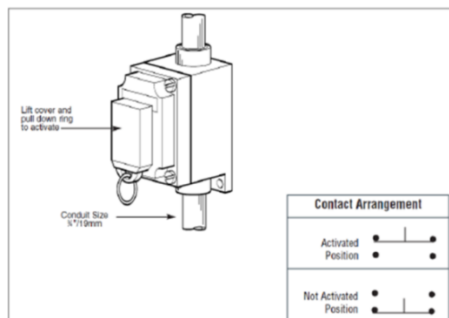
Fuente: Federal Signal Corporation.

Botoneras o Estaciones Manuales de Alarma (B).

Las botoneras estarán ubicadas en todas las zonas de mayor riesgo, con la finalidad de que las personas puedan alertar de forma manual la presencia de un incendio, produciendo señales de alarma en el caso de no activarse automáticamente por los detectores del sistema.

Estas botoneras deben ser a prueba de explosión y de doble acción para prevenir cualquier activación por accidente. Al ser activadas envían una señal al controlador y se procede de manera inmediata con la activación la luz estroboscópica y la sirena para dar alarma de la presencia de un siniestro. No activa los contactos de las bombas, las válvulas solenoides u otro equipo de extinción.

Figura 11. Botonera para Alarma de Incendio



Fuente: Federal Signal Corporation.

Lector Lineal de Calor (LHD).

El Detector Lineal de Calor es un cable que detecta el calor en cualquier punto de su extensión. El cable sensor se compone de dos conductores metálicos aislados individualmente con un polímero sensible al calor, los conductores aislados están trenzados para crear una presión de muelle entre sí, entonces se les envuelve con una funda exterior apropiada para el ambiente en el cual se ha de instalar el detector. Es un sensor de temperatura fija y capaz de activar una alarma cuando alcanza la temperatura de régimen activador. En la temperatura calibrada, el aislador de polímero sensible al calor se rinde contra la presión que censa, permitiendo que los conductores interiores se pongan en contacto y así activen una señal de alarma. Esta acción ocurre en cualquier lugar de la extensión del detector, no se requiere que se caliente una longitud específica para activar la alarma, ni se necesita calibrar el sistema para compensar por cambios de temperatura ambiental. La señal es enviada a una caja de conexiones que está muy cerca del lugar donde está trabajando el LHD, esta caja de conexiones recibe la señal y a su vez envía la información al controlador para accionar los respectivos dispositivos a alarma y extinción.

Panel de Control (CP).

En el panel de control se encuentra el PLC, *breakers* y botones entre otros dispositivos que interfieren en la parte operacional del Terminal, también se dispone en la parte frontal de una pantalla de computador para el monitoreo y control de las zonas del S.C.I. El mando remoto para activar los actuadores se podrá realizar desde cualquiera de las pantallas (PLC o pantalla de computador) instaladas en el panel de control que sirven como interfaz entre el operador y la maquina (H.M.I.).

Matriz Causa y Efecto.

La matriz causa efecto, es una herramienta que permite conocer el comportamiento de los dispositivos que intervienen en el sistema de detección y también en el sistema de extinción. Mediante la aplicación de la matriz causa efecto se puede determinar los elementos que actúan cuando una señal de entrada indica que existe un incendio. En esta matriz se evidencia que ocurre cuando un elemento manual o un dispositivo automático de entrada son activados y además representa los elementos que han de intervenir como efecto de la señal enviada por el dispositivo de entrada que a su vez representa un incendio. Todo lo que en una matriz se representa, se implementa en un sistema automático compuesto por sensores, actuadores y un controlador lógico programable o PLC el mismo que es programado para realizar las funciones que se representan en las matrices. La matriz causa efecto para cada una de las zonas del Terminal de Lagos de Moreno, enlaza la detección con la extinción, la representación de la misma está basada en las consideraciones que se resume a continuación:

- En los tanques de techo flotante únicamente se analiza el incendiado y no los adyacentes.
- En los de techo fijo consideramos el incendiado y los adyacentes que son más representativos del cuadrante de selección.

Para leer la matriz solo se requiere trazar líneas perpendiculares en los lugares donde se encuentra marcado con un “X”, los datos del lado izquierdo son los datos de entrada

comprendido por lo detectores y los del lado derecho son las señales de salida que sirven para activar los actuadores.

			EFEECTO		
CAUSA			UBICACIÓN		
ZONA DE SALA DE BOMBEO			TAG	SALA DE BOMBEO	
			DISPOSITIVO	SALA DE BOMBEO	
DISPOSITIVO	TAG	UBICACIÓN		LUZ	SIRENA
<i>PULSADOR</i>		<i>SALA DE</i>		X	X
<i>DETECTOR DE</i>		<i>SALA DE</i>		X	X
<i>LHD</i>		<i>SALA DE</i>		X	X

El funcionamiento del sistema se representa en la matriz causa efecto donde la causa son las señales de entrada (detección) y el efecto son las señales de salida (extinción).

La matriz de la tabla anterior indica que cuando es accionado el pulsador que corresponde a la sala de bombeo se enciende de forma automática y simultáneamente la luz estroboscópica y la sirena, mientras que la válvula solenoide de agua de la sala de bombas no se activan desde ésta estación manual de alarma o botonera. Cuando el detector de flama o el detector de calor envían una señal digital al PLC que indique que ha variado su estado normal, éste manda la señal para activar la luz estroboscópica, la sirena, la válvula solenoide de agua de la sala de bombas.

Zonificación y Funcionamiento del Sistema de Detección de Incendios en la Terminal de Lagos de Moreno.

El sistema de detección de Incendios del Terminal Lagos de Moreno está distribuido de forma similar que la Zonificación de las Áreas de Riesgo de la Terminal de Lagos de Moreno, con la diferencia que, en el presente capítulo no se realiza detección en la zona de parqueadero o estacionamiento, por ser un lugar donde no es necesaria la detección automática.

Área de Cuarto de Bombas de Producto.

En el cuarto de bombas de producto se manejan combustibles inflamables, por medio de la aplicación de la guía para la selección de detectores por tipo de instalación, se

determina que ésta área debe protegerse con un detector de flama en el cuarto de bombas de producto.

Podemos seleccionar el detector de flama triple IR o de múltiple longitud de onda, el cual se utiliza para interiores. En exteriores debe detectar flama a largas distancias con tres bandas seleccionadas en el rango del IR entre 4,0 micrones y 5,0 micrones.

El ángulo del campo de visión debe ser de 90°. La instalación típica de este tipo de dispositivo debe ser como mínimo a una distancia de 50 m (164,041 ft) fuegos de N heptano con un área de 0,093 m² (1 ft²). De acuerdo a la aplicación, el detector debe responder a la radiación en el rango de 4,4 micrones, buscando patrones específicos de parpadeo de una flama por hidrocarburos, para confirmar fuego.

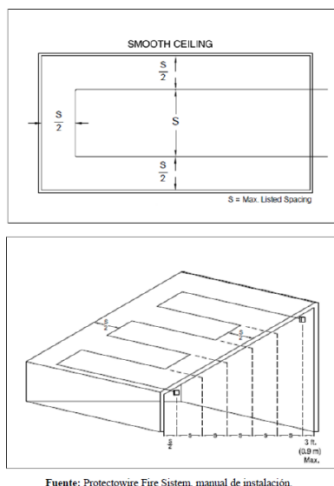
Se sugiere que las estaciones de bombeo sean protegidas por detectores de calor y detectores de flama.

En equipos al aire libre, es conveniente instalar detectores de calor del tipo lineal. Este tipo de detectores es conocido como (LHD) *Linear Heat Detector* (Detector Lineal de Calor). Los LHD en cualquier parte de su extensión puede detectar la presencia anormal de calor mediante el contacto de sus conductores eléctricos internos al derretirse el polímero que los aísla por efecto del calor.

Los LHD se seleccionan con base en la temperatura ambiente y a la temperatura de alarma.

La norma NFPA 72 recomienda que la ubicación de los LHD se realice de conformidad con los valores determinados por los fabricantes identificado con la letra S valor que corresponde a la separación que debe existir entre las diferentes pasadas del LHD, y $S/2$ en los lugares cercanos a las paredes, cubriendo de forma total toda la instalación, tal como se muestra en la figura, misma que da referencia de cómo debe ir colocados los LHD.

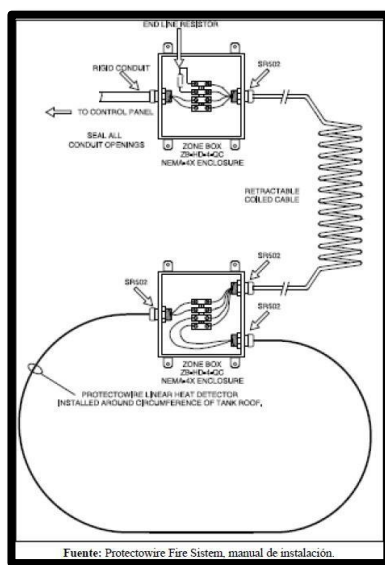
Figura 12. ubicación de los LHD



Fuente: Protectowire Fire Sistern, manual de instalación.

Los detectores de calor LHD se conectan a cajas de conexiones eléctricas, que llevan la información a los PLC, por medio de otro tipo de cable para proteger la información y evitar falsas alarmas, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 13. Caja de Conexiones Eléctricas para Detectores LHD



Estaciones manuales de alarma (BOTONERAS).

Las estaciones manuales de alarma son dispositivos que permiten transmitir una situación de emergencia en una instalación y se instalan en áreas de riesgo potencial, como unidades de procesos, áreas de almacenamiento, estaciones de bombas, islas de carga, etc.

Las estaciones manuales de alarma deben tener a una altura no mayor a 1.50 m. sobre el nivel del piso. En el cuarto de bombas de producto es suficiente contar con una sola estación manual de alarma, misma que debe estar bien compartida para servir tanto al cuarto de bombas de producto, como al área de tanques de almacenamiento de la estación de despacho y a las islas de carga, porque las dimensiones de éstas áreas no son muy representativas y así lo permiten, además las estaciones manuales solo activan las alarmas visuales y sonoras.

Área de Tanques de Almacenamiento.

El diseño del sistema de detección de la zona de tanques se determina que se debe proteger con detector de flama en el área de tanques de almacenamiento de la estación reductora.

Para la colocación y ubicación de detectores de flama en los tanques de almacenamiento se debe considerar si el tanque es de techo fijo o de techo flotante. Únicamente los tanques de techo flotante (Tanque de techo plano) deberán incorporar en su sistema de detección a los detectores de flama. Estos tanques ocupan el mismo tipo de detector de flama utilizado en el área anterior. Para el caso de tanques grandes se deben colocar tres detectores de flama en cada tanque de manera que exista redundancia en la cobertura, esto permite que el sensor tenga una cobertura completa de la superficie del techo de los tanques, para los tanques más pequeños es suficiente con dos detectores de flama colocados en puntos opuestos.

Detector de calor en el área de tanques de almacenamiento de la estación reductora

Para la colocación y ubicación de detectores de calor en los tanques de almacenamiento se considera si el tanque es de techo fijo ya que únicamente los tanques de techo fijo (Tanque de techo cónico) incorporan en su sistema de detección a los detectores de calor.

Estos tanques ocupan el mismo tipo de detector de calor utilizado en el área anterior. La manera de ubicar los detectores de calor LHD en los tanques de almacenamiento es en el techo del mismo, de forma circunferencial e inscrita a la parte periférica del tanque.

Estaciones manuales de alarma (BOTONERAS) en el área de tanques de almacenamiento de la estación reductora.

Con los criterios presentados anteriormente en el área de cuarto de bombas de producto, las estaciones manuales de alarmas se colocaran en vías de escape, que están en la periferia de los diques para que cualquier persona pueda dar alarma en caso de un siniestro al mismo instante que está evacuando.

Área de Islas de Carga y Descarga de Combustible.

Detectores de flama en el área de islas de carga de combustible.

Se sugiere que las islas de carga y descarga pueden estar protegidas por detectores de calor y/o detectores de flama, se considera la aplicación de detectores de flama. La compleja estructura que tiene ésta área produce interrupciones de la línea de vista o campo visual del detector en cortas distancias, evitando que el detector pueda monitorear lo que está atrás de los obstáculos, por esto y con base en la norma NFPA 72, la disposición de los sensores es de tal forma que los extremos laterales de la isla de carga y descarga están protegidos por dos detectores apuntando hacia afuera y su campo visual es cruzado en cada uno de los extremos, y en las áreas internas se intercala los detectores en forma cruzada.

En esta área no se aplica el detecto de calor LHD ya que la redundancia de los sensores de flama brindan una gran cobertura.

Estaciones manuales de alarma (BOTONERAS) en el área de islas de carga.

Se considera una estación de activación manual junto a cada Unidad de Control Local (UCL) en la zona de bahías de carga y descarga de producto, así como una más en cada casa de bombas y cuarto de control.

SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS).

Un sistema instrumentado de seguridad (SIS) se utiliza para proteger un proceso peligroso y para reducir el riesgo de un accidente. Los instrumentos de proceso forman parte de un sistema instrumentado de seguridad. Éste consta de los componentes esenciales de una unidad de proceso completa de seguridad:

- Sensor
- Unidad de procesamiento de seguridad
- Actuador

Como se puede observar un sistema contra incendio es un sistema de seguridad, por lo tanto, genéricamente es un SIS. Las instalaciones o las unidades son el origen de diferentes riesgos. Por consiguiente, cuantos mayores son los riesgos, mayores son también los requisitos impuestos a la seguridad frente a fallos del sistema instrumentado de seguridad (SIS). Las normas IEC 61508 y IEC 61511 definen cuatro niveles de seguridad diferentes, que describen las medidas para la reducción del riesgo de estos componentes. Estos cuatro niveles de seguridad son el denominado *Safety Integrity Level* (SIL).

Cálculo del Índice SIL.

Cuanta más alta es la cifra del *Safety Integrity Level* (SIL), mayor es la reducción del riesgo. El índice SIL representa, por consiguiente, la probabilidad de que el sistema de seguridad cumpla correctamente las funciones de seguridad requeridas durante un determinado intervalo de tiempo.

Para calcular el SIL es necesaria una instalación o de una parte de la instalación, hay diferentes metodologías. En las normas IEC 61508 y IEC 61511 (Aplicación de la IEC 61508 para la industria de procesos) se indican diferentes métodos para definir el índice SIL, puesto que la temática es muy compleja y de gran magnitud.

Sistema de paro por emergencia (SPPE)

Componente de un centro de procesos encargado de suspender el manejo de la producción cuando se registra una condición anormal en el proceso, lo cual realiza a través del cierre de válvulas, el paro de motores y el desfogue. Con base en el procedimiento 14 C del API, existen dos tipos de paros-cierre en el complejo:

- Paro por proceso: Aislamiento de una sección determinada, en el cual el sistema cierra válvulas automáticas de corte apropiadas para suspender el flujo a la sección del proceso o bien desvía el flujo a otra sección.
- Paro por emergencia: Define a un sistema de seguridad que lleva el proceso a un estado seguro, mediante el cierre de válvulas de corte para aislar equipos y líneas cuando las condiciones del proceso se salen de los rangos de operación normal que exponen al personal.

El SPPE decidió conectar todos las señales de Paro de Emergencia al controlador del Sistema de gas y fuego.

Los niveles de paro diseñados para esta terminal son:

Nivel 1: Paro total del complejo.

Está definido como un paro que suspende toda la producción, cierra todas las válvulas de corte automáticas, para todos los motores de servicio. Se activa únicamente desde la IHM de la estación de trabajo del sistema de Gas y Fuego o desde el botón de disparo ubicado dentro cuarto de control. Este paro solamente tendrá efecto cuando se confirme fuego en las bahías de carga y/o descarga de la terminal.

Nivel 2: Paro total de una plataforma.

Se define como un paro que suspende la operación de solo alguna sección en particular, no obstante, permite continuar con la operación de aquellas áreas que no se encuentren involucradas en el proceso. Es iniciado manualmente por cualquiera de las botoneras de disparo del SPPE ubicadas en diferentes sectores de la terminal.

Una condición de emergencia puede presentarse en cualquier equipo, sin embargo es necesario contar con una serie de instrucciones determinadas por una lógica programable, dado que sería casi imposible predecir todos los escenarios posibles.

Sistema de detección y supresión de gas y fuego

Este sistema de seguridad tiene como función evitar daños causados por alguna fuga de hidrocarburos o la detección de un conato de incendio que pueda provocar un incendio mayor en las instalaciones de la terminal.

Los objetivos principales de este sistema son:

- Monitorear y visualizar las alarmas de fugas de gas combustible y fuego detectado en las válvulas de corte en tanques, casa de bombas, área de llenaderas, área de descargaderas, fosa API y en la Unidad de Recuperación de Vapores de la terminal.
- Descargar automáticamente al sistema agua de diluvio contra incendio, al confirmar una señal de presencia de fuego en alguna de las zonas anteriormente descritas de la Terminal.
- Parar el equipo mecánico al confirmar fugas de gas o fuego alrededor de dicho equipo.

El sistema principal de gas y fuego es un conjunto de dispositivos instalados y cableados localizados en toda la terminal, el cual está diseñado para proteger al centro de procesos y al personal que en el labora, así como, el equipo de bombeo (salvaguarda las bombas principales de llenaderas y descargaderas).

Los equipos que integran el sistema de gas y fuego son los siguientes:

Panel de sistemas de gas y fuego. Localizado en el cuarto de control de la terminal de almacenamiento, contiene el sistema de disparos/detección redundante, una Interfaz Hombre-Máquina (IHM) y la configuración lógica del sistema, una impresora encargada de imprimir los registros de eventos que provoquen el disparo del sistema.

El PLC del sistema de gas y fuego recibe una señal de alguno de los sensores de campo, la cual es enviada a la IHM del operador, cuando una señal de campo es confirmada, éste activa la alarma general de la terminal y automáticamente pone en operación el sistema de agua de diluvio contra incendio, con el propósito de mitigar la situación anómala.

También cuenta con el modo de operación manual, como medida de prevención para aislar los detectores para mantenimiento o prueba, dicha acción debe ser activada por el operador mediante un botón del HMI y el evento se registra.

En la IHM, el operador tiene la capacidad de visualizar las diferentes alarmas que se encuentran monitoreadas, conocer el tipo de alarma y operar manualmente los dispositivos de agua de diluvio contra incendio.

Esta matriz causa-efecto es el resultado de un análisis previo de los posibles escenarios que podrían presentarse, así como de la recomendaciones del equipo que diseñó las instalaciones, para que previo al arranque, se tenga previstos los diferentes movimientos a realizarse, en base a los equipos con los que cuenta la plataforma, para mantener siempre las instalaciones bajo control.

SISTEMAS DE AISLAMIENTO.

Los dispositivos de contención implementados en el proyecto serán los siguientes:

- Sistemas de drenaje.
- Sistema de paro por emergencia.
- Diques de contención..

Sistemas de drenaje

Se nivelará la terminal para controlar el escurrimiento pluvial, lo cual se mandará a una cisterna. El escurrimiento que pueda hacer contacto con productos petrolíferos será dirigido a un separador API y posterior a la planta de tratamiento residual de dimensiones apropiadas que se incorporará como parte de este proyecto. Esto, de conformidad con la API 2610, en lo que resulte aplicable.

Los pavimentos serán en base a lo siguiente: Sub bases y Bases NCTRCAR104002/11, Riegos de Impregnación NCTRCAR104004/00, Riegos de Liga NCTRCAR104005/00, Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente NCTRCAR104006/09, Carpetas Asfálticas con Mezcla en Frio NCTRCAR104007/09, Carpetas de Concreto Hidráulico NCTRCAR104.009/06

El Concreto Hidráulico para llenaderas, descargaderas y vialidades con maniobras será de 20 cm y el asfalto será entre 10 cm y 12 cm.

Sistemas de paro por emergencia

La planta contará con un sistema instrumentado de seguridad (SIS) para paro de emergencia, de acuerdo con el diseño de las capas de protección, el cual estará programado de tal manera que cuando las variables de control de proceso alcancen el límite máximo permitido realizará las acciones necesarias para llevar la planta a un paro de emergencia seguro.

Diques de contención

Los tanques de almacenamiento contarán con diques de concreto con una membrana de polietileno en el fondo y sellados en las uniones para contener cualquier derrame potencial, los diques son divididos en sub diques de menor altura por si hay algún derrame individual por tanque o grupo de tanques por producto, estos derrames son poco probable cumpliendo con todos los estándares internacionales, Los diques están diseñados y dimensionados conforme a la Sección IX del API 2610, Sección 22.11.2.4 NFPA 30, la NOM-005-STPS, NOM-001-STPS y la NOM-028-STPS vigentes, en lo que resulten aplicables.

Existir una pendiente no menor al 1 por ciento, comenzando en el tanque, que se prolongue al menos 50 pies (15m) o hasta la base del dique, lo que resulte menor.

La capacidad volumétrica del área con diques no debe ser inferior a la mayor cantidad de líquido que puede ser liberada del tanque de mayor capacidad dentro del área con dique, suponiendo el tanque lleno. Para dejar espacio para el volumen ocupado por los tanques, la capacidad del dique que encierre más de un tanque debe calcularse después de deducir el volumen de los tanques excepto el tanque mayor, por debajo de la altura del dique (ocho tanques iniciales de almacenamiento y siete tanques futuros de almacenamiento). Se dispondrá de cajas de protección ambiental Enviro-Boxes y recolectores de gotas en las conexiones de descarga de auto tanques y de los tanques de almacenamiento para contener derrames menores potenciales

Hojas de seguridad.

Lista de productos manejados en la Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno que se encuentra en el segundo listado de actividades altamente riesgosas.

Tabla 9. Lista de productos manejados en la Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno

CLAVE	Capacidad (BLS)	Fluido a contener	Tipo de almacenamiento	Cantidad de Reporte	Actividad Altamente Riesgosa
TK-01	10,000	GASOLINA MAGNA	TANQUE VERTICAL	10,000 bls	SI
TK-02	10,000	DIESEL	TANQUE VERTICAL	Sustancia no incluida en el Segundo Listado	NO
TK-03	10,000	TANQUE DE GASOLINA PREMIUM	TANQUE VERTICAL	10,000 bls	SI
TK-04	10,000	GASOLINA MAGNA	TANQUE VERTICAL	10,000 bls	SI
TK-05	10,000	TANQUE DE DIESEL	TANQUE	Sustancia	NO

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

CLAVE	Capacidad (BLS)	Fluido a contener	Tipo de almacenamiento	Cantidad de Reporte	Actividad Altamente Riesgosa
			VERTICAL	no incluida en el Segundo Listado	
TK-06	15,000	TANQUE DE DIESEL	TANQUE VERTICAL	Sustancia no incluida en el Segundo Listado	NO
TK-07	20,000	GASOLINA MAGNA	TANQUE VERTICAL	10,000 bls	SI
TK-08	30,000	GASOLINA MAGNA	TANQUE VERTICAL	10,000 bls	SI
TK-09	20,000	TANQUE DE GASOLINA PREMIUM	TANQUE VERTICAL	10,000 bls	SI
TK-10	30,000	GASOLINA MAGNA	TANQUE VERTICAL	10,000 bls	SI
TK-11	40,000	TANQUE DE DIESEL	TANQUE VERTICAL	Sustancia no incluida en el Segundo Listado	NO
TK-12	15,000	TANQUE DE DIESEL	TANQUE VERTICAL	Sustancia no incluida en el Segundo Listado	NO
TK-13	40,000	GASOLINA MAGNA	TANQUE VERTICAL	10,000 bls	SI
TK-14	40,000	GASOLINA MAGNA	TANQUE VERTICAL	10,000 bls	SI
TK-15	5,000	TANQUE DE MTBE	TANQUE VERTICAL	Sustancia no incluida en el Segundo Listado	NO
TK-16	10,000	TANQUE CONTRA INCENDIO	TANQUE VERTICAL	N/A	
TK-17	10,000	TANQUE CONTRA INCENDIO	TANQUE VERTICAL	N/A	

En el **ANEXO 4** se incluye la hoja de seguridad de la gasolina Premium, gasolina magna, Diesel y aditivo.

IV DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

IV.1 Ubicación del Proyecto y/o Instalación, incluyendo coordenadas geográficas y/o Universal Transversal Mercator (UTM) y plano de localización, además de la información relacionada con los asentamientos humanos y componentes ambientales que sean susceptibles de verse afectados, para lo cual describirán las zonas vulnerables y su proximidad a la Instalación (casas, hospitales, escuelas, centros de población, Instalaciones aledañas, centros comerciales, cuerpos y corrientes de agua, flora, fauna, carreteras, áreas naturales protegidas, regiones hidrológicas prioritarias, regiones marinas prioritarias, regiones terrestres prioritarias, áreas de conservación de aves, sitios Ramsar entre otros) dentro de un radio de 500 metros a partir de la ubicación del Proyecto

Uso actual de la zona en estudio.

El proyecto referente a la Terminal de Almacenamiento y Reparto "LAGOS DE MORENO, JALISCO MÉXICO" se pretende ubicar en la Carretera Lagos-La Unión Km. 3.5, Col. San Agustín, Municipio Lagos de Moreno, estado de Jalisco.

De conformidad con el artículo 88 del REZJ, Estas zonas están previstas para instalaciones en las que se desarrollan procesos productivos que por su naturaleza y/o volumen de producción alcanzan niveles potencialmente contaminantes de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas y a los criterios expresados en este Reglamento; En estas zonas no debe permitirse ningún uso habitacional ni de equipamiento comunitario y comercial, que impliquen concentración de personas ajenas a la actividad industrial. Así mismo tampoco debe existir una colindancia directa con zonas habitacionales y comerciales, siendo el distanciamiento entre los asentamientos humanos y las instalaciones que desarrollen estas actividades determinado en base a lo que la autoridad federal disponga como resultado del análisis del riesgo PLAN DE DESARROLLO URBANO DE CENTRO DE POBLACIÓN; LAGOS DE MORENO.

I3-1 Zona de Industria Pesada y Riesgo Alto. Ubicada al SurPoniente del centro de población, delimitada al Norte y Oriente por la AG5, al Sur por la MB11, y al Poniente por la MB10. 0-69-20 has.

El predio donde se desarrollará el Proyecto no tiene restricciones para la instalación La Terminal de Almacenamiento y Reparto "LAGOS DE MORENO, JALISCO MÉXICO", de acuerdo al Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Jalisco.

No se afectarán ríos, arroyos o áreas con vegetación natural. El predio no se encuentra en áreas naturales protegidas o prioritarias para la conservación, tampoco existen zonas arqueológicas y la zona urbana más cercana es el Fraccionamiento Casas Geo (colonia Trifuego) la cual se ubica [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

DOMICILIO DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA
LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

DOMICILIO DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I
DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

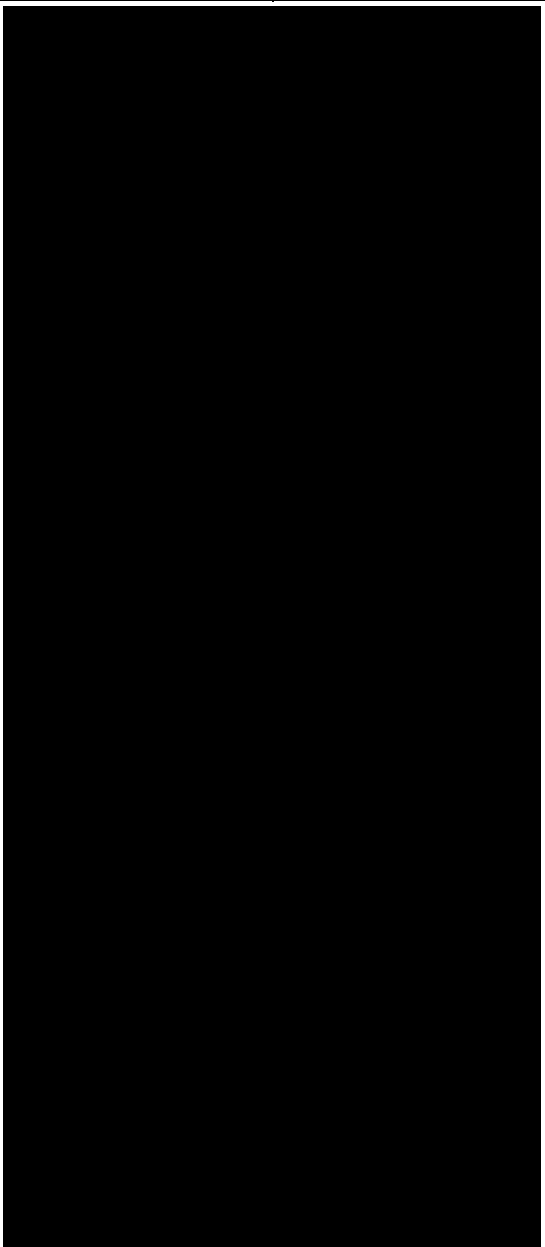
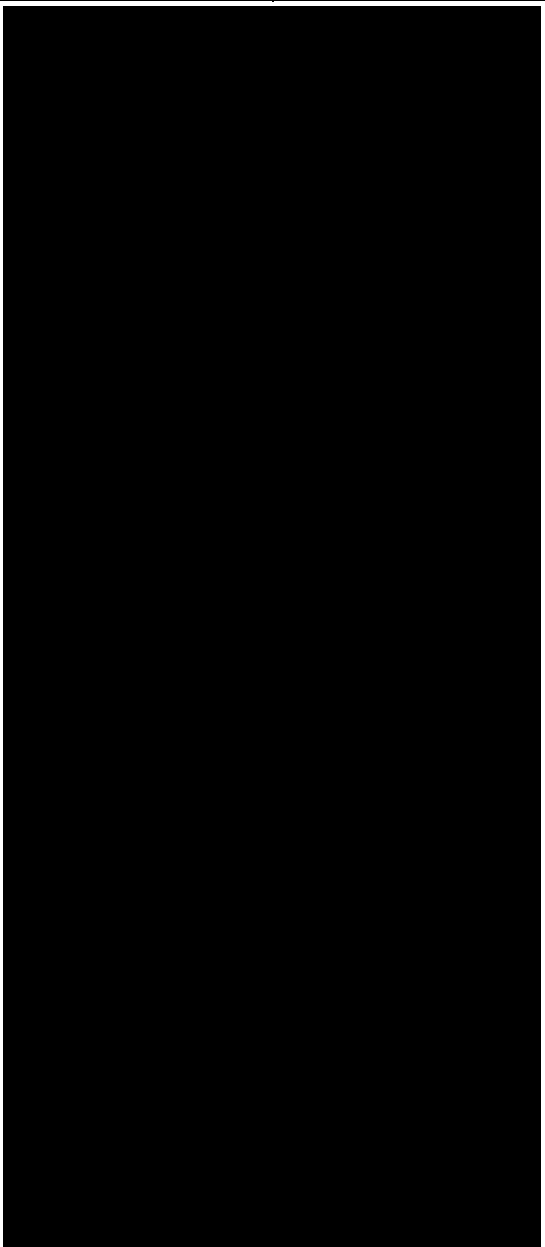
En la siguiente tabla se muestran las coordenadas extremas del proyecto

Tabla 10. Coordenadas extremas del proyecto

OBJECTID	ORIG_FID	X	Y
1	2		
2	2		
3	3		
4	3		
5	4		
6	4		
7	5		
8	5		
9	6		
10	6		
11	7		
12	7		
13	8		
14	8		
15	9		
16	9		
17	10		
18	10		
19	11		
20	11		
21	12		
22	12		
23	13		
24	13		
25	14		
26	14		
27	15		
28	15		
29	16		
30	16		
31	17		
32	17		

COORDENADAS DEL
PROYECTO, ART. 113
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y
110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

OBJECTID	ORIG_FID	X	Y
33	18		
34	18		
35	19		
36	19		
37	20		
38	20		
39	21		
40	21		
41	22		
42	22		
43	23		
44	23		
45	24		
46	24		
47	25		
48	25		
49	26		
50	26		
51	27		
52	27		
53	28		
54	28		
55	29		
56	29		
57	30		
58	30		

COORDENADAS DEL
PROYECTO, ART. 113
FRACCIÓN I DE LA
LGTAIP Y 110
FRACCIÓN I DE LA
LFTAIP

En los siguientes mapas se observa la importancia ambiental del sitio, el mapa de uso de suelo del Municipio de Lagos de Moreno, el mapa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y el mapa del Uso de y vegetación del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

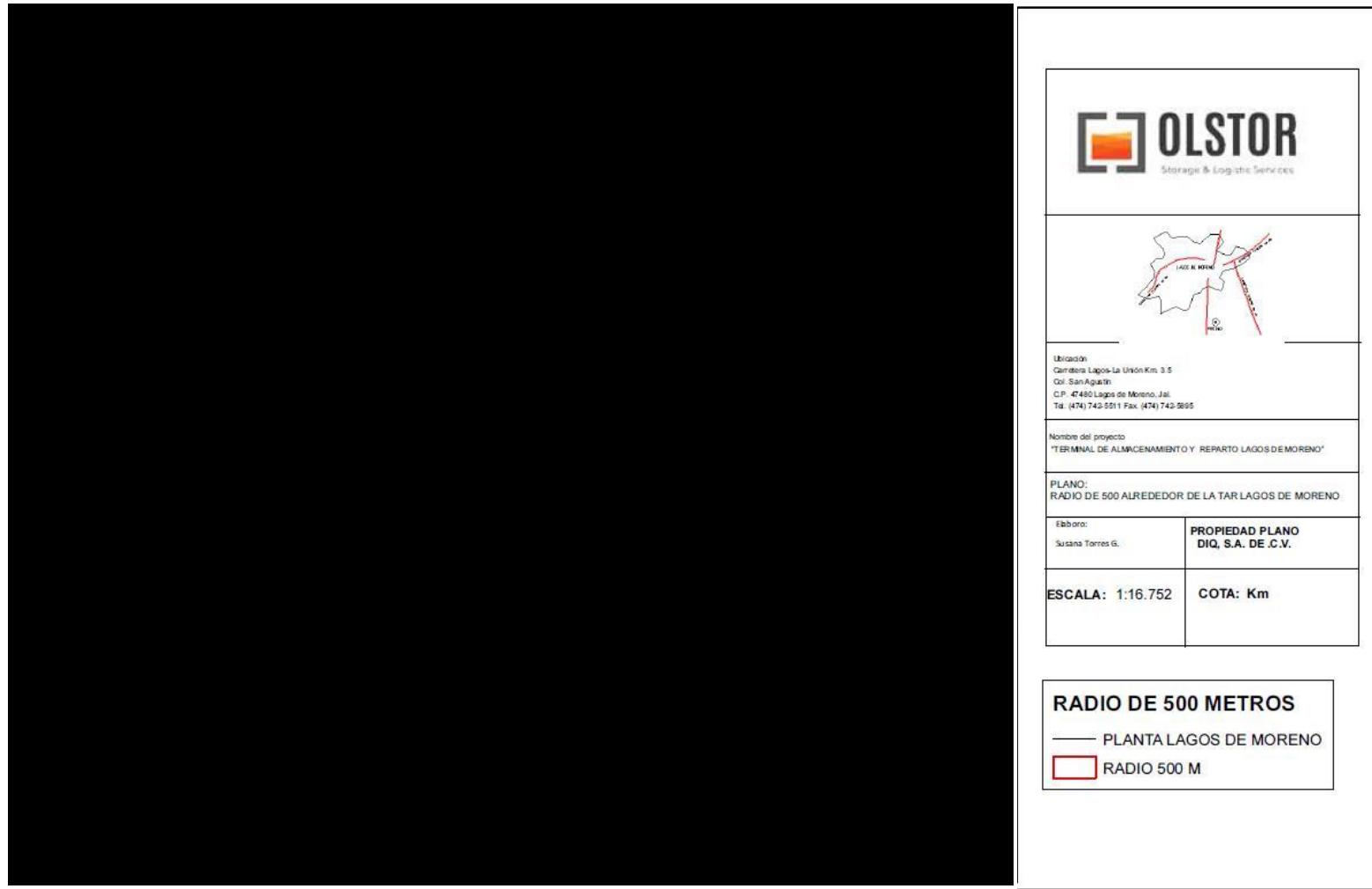
Figura 14. Mapa de uso de suelo del Municipio de Lagos de Moreno



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Figura 15. Ubicación del proyecto con respecto a las asentamientos mas proximos



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE
LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

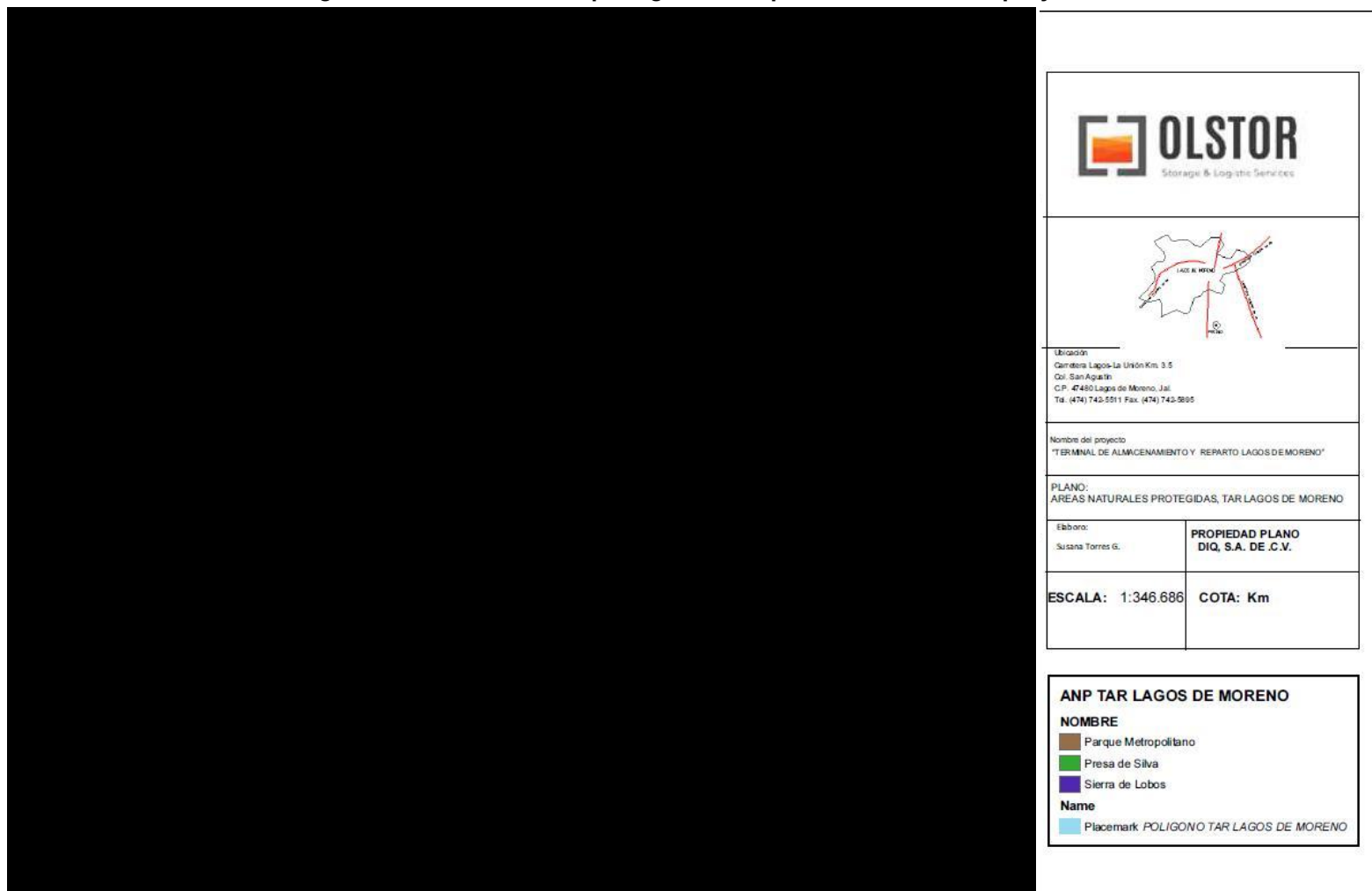
En las siguientes figuras se muestran los mapas con los cuerpos y corrientes de agua, flora, fauna, carreteras, áreas naturales protegidas, regiones hidrológicas prioritarias, regiones marinas prioritarias, regiones terrestres prioritarias, áreas de conservación de aves, sitios Ramsar entre otros) dentro de un radio de 500 metros, en estos se muestra que dentro del radio de 500 metros alrededor del proyecto no se encuentran ecosistemas con características excepcionales

Figura 16. Ríos y lagos próximos al sitio del proyecto



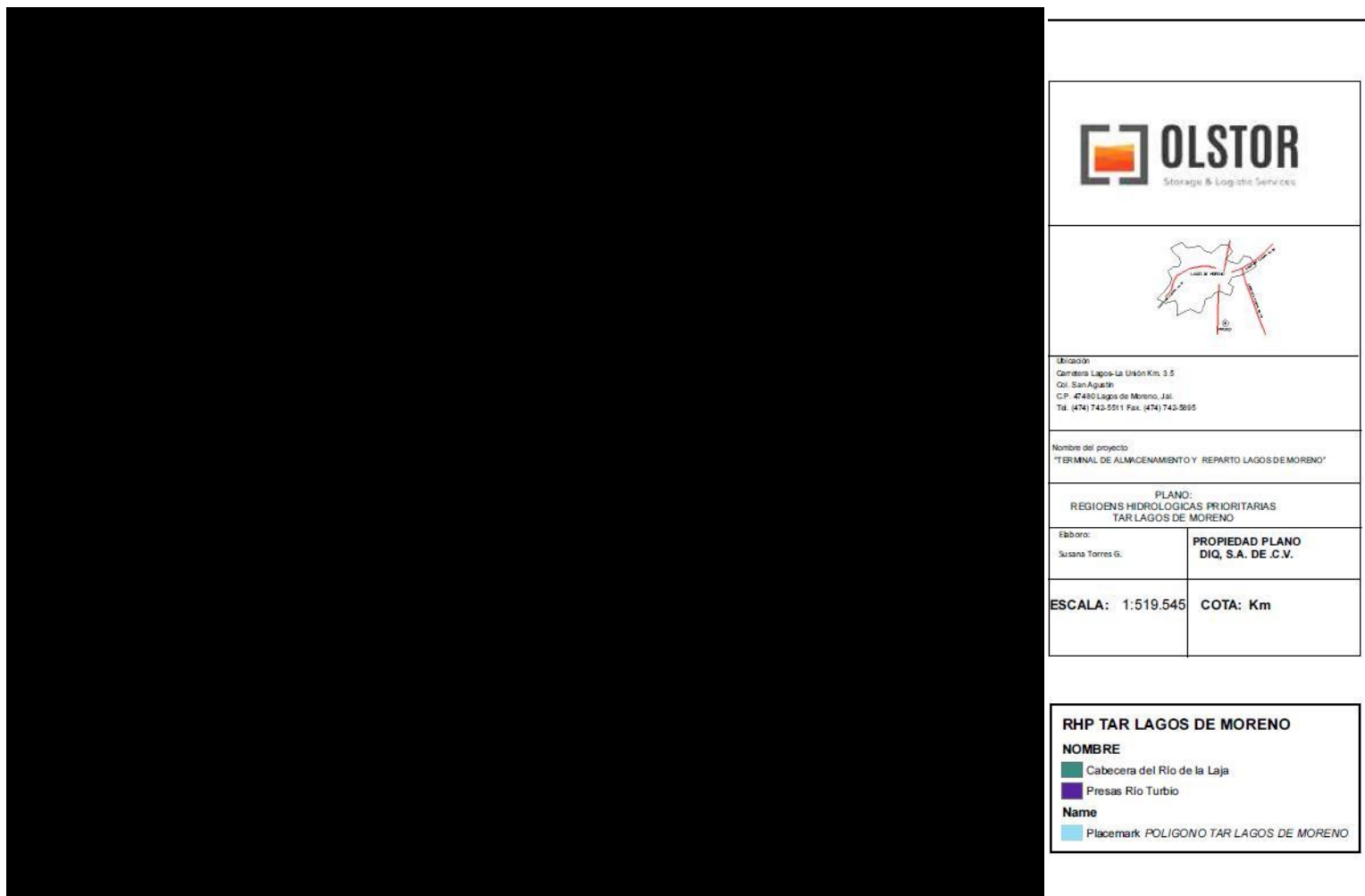
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110
 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Figura 17. Áreas naturales protegidas más próximas al sitio del proyecto



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA
 LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Figura 18. Regiones hidrológicas Prioritarias próximas al sitio del proyecto



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y
 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Figura 19. Área de importancia de conservación de aves



FUENTE: Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves'. Escala 1:250000. México. Financiado por CONABIO-FMCN-CCA. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE
LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

IV.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

IV.2.1 ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

La elección de la metodología por parte de los Regulados se sustentará técnicamente para su aplicación y será acorde a la etapa del Ciclo de Vida del Proyecto (Diseño, Construcción, Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono), considerando en todo momento que dicha metodología permita la identificación exhaustiva de Peligros, que servirá de retroalimentación para la fase posterior del Análisis de Riesgos.

Análisis Cualitativo.

Para la identificación de riesgos se consideraron los conceptos de construcción e instalación así como de condiciones de seguridad para atenuar los riesgos que se llegasen a presentar en:

- Áreas de la Planta.
- Procesos.
- Equipos.
- Instrumentación y equipo eléctrico.
- Equipo de seguridad.
- Materiales.

Check List (Listas de Verificación).

Esta técnica consiste en usar una lista de términos específicos para identificar peligros típicos, como: deficiencias de diseño, y accidentes potenciales, asociados con el proceso de suministro y almacenamiento de petrolíferos. El *Check List* es una técnica adecuada para un análisis preliminar de riesgos. El análisis *Check List* completo se presenta en el **ANEXO 6**, los riesgos que se identificaron mediante esta técnica, son los siguientes:

PLANTA:	OLSTOR SERVICES, S.A. DE C.V.		
SISTEMA:	TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”		
SUSTANCIA:	Gasolina y Diesel		
CORROSIVIDAD			
	SI	NO	OBSERVACIONES
¿Los materiales empleados en la construcción del tanque y tubería son los adecuados de tal forma que se asegure que no habrá daño por corrosión?	X		Son los adecuados, pero no están exentos de daños por corrosión, por lo que se debe cumplir con el mantenimiento.
EXPLOSIVIDAD			

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

¿La construcción del área permite amortiguar las ondas de expansión en caso de una explosión?	X	La gasolina es un líquido extremadamente inflamable, puede incendiarse fácilmente a temperatura normal, sus vapores son más pesados que el aire por lo que se dispersarán por el suelo y se concentrarán en las zonas bajas. Esta sustancia puede almacenar cargas electrostáticas debidas al flujo o movimiento del líquido. Los vapores de gasolina acumulados y no controlados que alcancen una fuente de ignición, pueden provocar una explosión.
TOXICIDAD		
¿El material presenta características toxicológicas?	X	La exposición extrema a esta sustancia deprime el sistema nervioso central; los efectos pueden incluir somnolencia, anestesia, coma, paro respiratorio y arritmia cardíaca
¿El estado físico de las sustancias representa riesgos a la salud del personal?	X	Los productos se manejan en estado líquido, de esta forma es más fácil estar en contacto con la sustancia en caso de una fuga o derrame.
INFLAMABILIDAD Y COMBUSTIÓN		
¿Los materiales son combustibles o inflamables?	X	
¿Existe la probabilidad de generarse mezclas combustibles dentro de los equipos?	X	Los vapores de gasolina acumulados y no controlados que alcancen una fuente de ignición pueden provocar una explosión.
DISEÑO		
¿El diseño de la tubería o manguera cuenta con la flexibilidad suficiente para evitar rupturas y fallas en caso de existir condiciones de operación muy severas?	X	Sí, pero existe la probabilidad de falla.
¿Se consideró tolerancia a la corrosión en la construcción de los equipos?	X	Sí, pero se debe dar mantenimiento para prevenir la corrosión.
OPERACIÓN		
¿El sistema es susceptible a fracturas o fallas que representen riesgos?	X	Sin embargo un caso extraordinario podría ser por sobrepresión.
¿El sistema es susceptible a daños por energía eléctrica?	X	Solo por fenómenos atmosféricos (descargas eléctricas).

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

IV.3 Antecedentes de Accidentes e Incidentes de Proyectos e Instalaciones similares

Tabla 11. Antecedentes de accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares

No.	año	Ciudad o país	instalación	Sustancia involucrada	Evento o causa del accidente	Nivel de afectación (personal población, medio ambiente entre otros)	Acciones realizadas para su atención
1	2009	Puerto rico	Caribbean Petroleum Corporation	Gasolina	En la planta de Caribbean Petroleum Corporation (un servicio de almacenamiento, distribución y mezcla de combustibles), el fallo del sistema de sensores para llenar un tanque de gasolina causó un derrame de combustible que desencadenó una serie de explosiones e incendios. El desastre afectó a 18 tanques, destruyó el 50% de la planta y causó daños considerables al medio ambiente y al área local.	Personal Población Medio ambiente	Bomberos municipales Empresa privada
2	2005	Hertfordshire, Inglaterra,	depósito de Buncefield"	gasolina	En el terminal de almacenamiento conocido como "depósito de Buncefield", 300 toneladas de gasolina se desbordaron en un tanque de almacenamiento debido a una falla de alto nivel del dispositivo y la falla del dispositivo de seguridad que cerró las válvulas de llenado y levantó la alarma. El fuego estalló cuando la nube de vapor de gasolina se encendió. La fuente de ignición puede haber sido un generador de respaldo o una chispa producida por un vehículo. En total, 20 tanques de almacenamiento (que contienen 13,5 millones de litros cada uno) se quemaron durante varios días.	Personal Población Medio ambiente	Brigadas de policías y bomberos
4	12/nov /1996	México	Pemex	Gasolina	ruptura de una válvula del tanque TV-8	personal	cerca de 500 bomberos de PEMEX, del Distrito Federal, de los

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

No.	año	Ciudad o país	instalación	Sustancia involucrada	Evento o causa del accidente	Nivel de afectación (personal población, medio ambiente entre otros)	Acciones realizadas para su atención
							diversos municipios mexicanos, de Puebla e Hidalgo, de empresas privadas y hasta aeroportuarios, lucharon incansablemente en el lugar de los hechos ante la gran dimensión del incendio y contra el cual poco podían hacer los bomberos de la paraestatal
5	2010	(Francia)	Burosse-Mendousse	Petróleo	Explosión de un tanque de 1400 m ³ que contiene petróleo crudo. El techo fue expulsado a varios metros de distancia y la base del tanque ligeramente levantada. La fuente de ignición más probable es una descarga electrostática.	Población	Bomberos locales
6	2007	(Noruega)	Vest Tank AS, en el área industrial de Sløvåg	Gasolina	Accidente se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa Vest Tank AS, en el área industrial de Sløvåg. La primera explosión tuvo lugar en un tanque donde la soldadura de la base se rompió y la parte superior del tanque se lanzó al aire y aterrizó en la esquina noreste de Tank Farm II. Las explosiones y los incendios posteriores destruyeron la otra granja de tanques. No hubo víctimas en el accidente. Este accidente ocurrió durante la purificación de la gasolina coker (reducción del contenido de mercaptanos). La investigación encontró	Personal Población Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

No.	año	Ciudad o país	instalación	Sustancia involucrada	Evento o causa del accidente	Nivel de afectación (personal población, medio ambiente entre otros)	Acciones realizadas para su atención
					que la adición de ácido clorhídrico durante el proceso redujo la solubilidad de los mercaptanos en la solución, lo que condujo a la acumulación de una mezcla inflamable. El filtro de aire con carbón activado colocado en el techo absorbe los mercaptanos, lo que lleva a una autoinflamación y a la explosión		
7	2006	Italia	Umbria Oil	Petróleo	Una explosión ocurrió en la planta de Umbria Oil, cerca de Spoleto, Italia, cuando cinco trabajadores estaban soldando una estructura en los techos de varios tanques. En primer lugar, explotó un tanque que contenía aceite de orujo crudo, que se elevó unos 10 m. Esta primera explosión dio lugar a un incendio en la piscina que se extendió en el parque de los tanques. Una hora más tarde, otros dos tanques explotaron, con la ruptura de la soldadura de fondo, expulsando misiles de 10 toneladas a 80 m de distancia cerca de almacenes que almacenaban subproductos y materiales de embalaje. Cuatro trabajadores perdieron la vida en este accidente.	Personal Población Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta
8	2006	(Estados Unidos	Partridge-Raleigh	Petróleo	La explosión en el campo petrolero Partridge-Raleigh fue causada por chispas de la soldadura de tuberías que se unieron a los tanques. Tres trabajadores murieron y otros sufrieron heridas graves.	Personal Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta
9	2003	Oklahoma	Conoco-	Diesel	En una planta de Conoco-Phillips, un	Personal	Bomberos locales

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

No.	año	Ciudad o país	instalación	Sustancia involucrada	Evento o causa del accidente	Nivel de afectación (personal población, medio ambiente entre otros)	Acciones realizadas para su atención
		(EE. UU.)	Phillips		tanque diesel explotó con 900 m ³ de combustible, provocando un incendio que involucró a otros tres tanques de almacenamiento de combustible líquido. La causa del incidente fue la generación de una mezcla volátil dentro del tanque después de que se vaciara. La posible fuente de ignición era una descarga eléctrica desde una línea cercana.	Población Medio ambiente	Personal de la planta
	2003	ESPAÑA Puerto Llano (Ciudad Real)	Repsol YPF	Gasolina	Acumulación de gases (butano y otros hidrocarburos más ligeros) en tanque a lo largo de 4 días. Esto provocó que se levantara la tapa del tanque y que los gases fluyeran hasta alcanzar un punto caliente, momento en el que se produjo la explosión. Explosión en tanque destinado a recoger la gasolina ligera que se produce en la refinería. Error humano que desatendieron la zona por los requerimientos de otra. Fallo de 2 alarmas y un evacuador de gases.	Personal Población Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta
10	2001	Kansas (EE. UU.)		Petróleo crudo	Un trabajador que estaba revisando el nivel de aceite en un tanque de almacenamiento por la noche encendió una cerilla. La llama encendió vapores y causó una gran explosión.	Personal Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta
11	2000	Hampshire	Petróleo		Una grieta en el fondo de un tanque de	Personal	Bomberos locales

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

No.	año	Ciudad o país	instalación	Sustancia involucrada	Evento o causa del accidente	Nivel de afectación (personal población, medio ambiente entre otros)	Acciones realizadas para su atención
		(Reino Unido)	crudo		almacenamiento de petróleo crudo (causado por la corrosión) causó un derrame catastrófico de petróleo crudo.	Medio ambiente	Personal de la planta
12	1997	Ashdod (Israel)	refinería de petróleo de Ashdod	Gasoil	En la granja de tanques de la refinería de petróleo de Ashdod, la explosión de un tanque de gasoil de 15,000 m ² causó la pérdida de un trabajador. La investigación concluyó que una extracción no completa de gasóleo con hidrógeno a la salida de la unidad de tratamiento de gasoil hidro causó la penetración de hidrógeno dentro del tanque. La fuente de ignición probablemente era una chispa electrostática iniciada por una cuerda sintética utilizada para sacar muestras del tanque.	Personal Población Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta
13	1993	Puerto de Tarragona (España)	muelle REPSOL	Nafta, fuel oil y petróleo crudo	Un petrolero danés con 22,000 toneladas de nafta a bordo colisionó con el muelle REPSOL en Tarragona durante el atraque. La colisión rompió tres tuberías en el muelle que contenían nafta, fuel-oil y fuego de petróleo crudo que rápidamente estalló y produjo un humo espeso. La combustión desperdicia las playas cercanas contaminadas. REPSOL estimó que el daño al muelle fue equivalente a 18 millones de euros	Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta
14	1988	Santander (España)	CAMPSA (ahora CLH).	Diesel	Se inició un incendio durante las operaciones de limpieza en un tanque de aceite vacío en una planta de CAMPSA (ahora CLH).	Personal Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

No.	año	Ciudad o país	instalación	Sustancia involucrada	Evento o causa del accidente	Nivel de afectación (personal población, medio ambiente entre otros)	Acciones realizadas para su atención
15	1987	Lyon (Francia)	terminal Shell	Gasolina y queroseno	Se inició un incendio en una terminal Shell ampliada que contenía hasta 43,000 m ³ de productos de petróleo de Clase B (gasolina y queroseno, entre otros) y productos de Clase D (asfalto). Se quemaron casi 7000 m ³ de productos, dos personas murieron y 16 resultaron gravemente heridos. Las causas son desconocidas, aunque se sabe que se estaban realizando cambios en el sistema de cableado.	Personal Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta
16	1986	Thessaloniki (Grecia)	terminal de ESSO Pappas	Gasolina	Un incendio causado por una fuga de combustible en una terminal de ESSO Pappas incendió 10 de los 12 tanques de almacenamiento. El fuego duró ocho días, se extendió a más del 75% del área total de la terminal y destruyó el sistema de extinción de incendios, así como los sistemas que controlan las bombas y la carga. El incendio comenzó durante el trabajo de mantenimiento después de que no se detectó una fuga en un tanque.	Personal Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta
17	1985	Puerto de Nápoles (Italia)	planta de AGIP	Gasolina	En una planta de AGIP, una nube de vapor de gasolina explotó y dañó casas cercanas. Ventanas se rompió a 600 metros de distancia. Tanques de gasolina, queroseno y diesel fueron incendiados. El incidente resultó en cuatro muertes y 170 heridos. Veinticuatro de los 32 tanques de almacenamiento se vieron afectados. La causa probable fue un	Personal Población Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

No.	año	Ciudad o país	instalación	Sustancia involucrada	Evento o causa del accidente	Nivel de afectación (personal población, medio ambiente entre otros)	Acciones realizadas para su atención
					accidente al descargar un barco o un tanque de almacenamiento desbordado.		
18	1983	Nueva Jersey (EE.UU.)		Gasolina	Un tanque de techo flotante sobrellenado derramó 1300 barriles de gasolina. La explosión resultante destruyó dos tanques de almacenamiento y una terminal vecina. Una nube de vapor fue soplada a un incinerador cercano y también la prendió fuego.	Personal Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta
	1979	Duisburg (Alemania)		Gasoil	En el área del puerto fluvial, se inició un incendio en el área de almacenamiento con 24 tanques de almacenamiento de diesel y combustible de entre 1500 y 4700 m ³ de capacidad. El accidente ocurrió durante la renovación del aislamiento térmico de los tanques de almacenamiento.	Personal Población Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta
18	1978	Stockton (Estados Unidos) [10 , 12]		Gasolina y aditivos	Un incendio estalló en una planta con ocho grandes tanques de productos derivados del petróleo. Dos de los tanques de almacenamiento de gasolina se incendiaron, así como varios tanques que contenían aditivos. Se utilizaron todas las reservas de espuma en un radio de 90 km. El origen fue una fuga de un tanque de gasolina que produjo una nube de vapor que viajó unos 220 metros y entró en contacto con un calentador de agua en un patio cercano.	Personal Población Medio ambiente	Bomberos locales Personal de la planta

IV.3.1 Análisis de Riesgos

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

Los Regulados llevarán a cabo la identificación de Peligros, Evaluación y Análisis de Riesgos de manera exhaustiva del Proyecto y/o Instalación, considerando como mínimo lo indicado en el **ANEXO 1** (Flujograma para Análisis de Riesgos) de la presente guía y lo siguiente:

Análisis cualitativo de Riesgo

IV.3.1.1 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

Identificación de Sustancias Peligrosas

La evaluación de las actividades consideradas como riesgosas se realiza con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Capítulo V, del Título IV, Artículo 147. Asimismo, tomando como fundamento los listados 1 y 2 de las Secretaría de Gobernación, quien determina las cantidades de reporte para clasificar a las empresas que realizan actividades altamente riesgosas.

El proyecto está considerado como de alto riesgo debido a que la cantidad de gasolina magna y premium que manejará excede la cantidad de reporte, como se muestra a continuación:

Tabla 12. Listado de sustancias a manejarse en la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lagos de Moreno.

SERVICIO	Cantidad de reporte*	Sobre pasa la cantidad de reporte
TANQUE DE GASOLINA MAGNA	10,000 kg	SI
TANQUE DE DIESEL	N/R	N/A
TANQUE DE GASOLINA PREMIUM	10,000 kg	SI
TANQUE DE MTBE	N/R	n/a

*Segundo Listado De Actividades Altamente Riesgosas, Establece las cantidades de reporte que definen a una actividad altamente Riesgosa, por el manejo de sustancias Inflamables y explosivas. Fue publicado en el diario oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992.

Es importante conocer las características de las sustancias peligrosas en cuestión, debido a que éstas indican cómo pueden comportarse dependiendo de ciertas condiciones en el medio ambiente.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
"TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO"

Tabla 13. Propiedades fisicoquímicas, características de inflamabilidad y rombo de identificación de las sustancias peligrosas utilizadas en el sitio.

Sustancia	Presión de vapor (mmHg)	Temperatura de autoignición (°C)	Límite inferior de explosividad (%)	Límite superior de explosividad (%)	Rombo de identificación ***
Diesel*	2.17	176.6 a 329.44	1.3	6	
Gasolina*	382.58	456.11	1.4	7.4	

* Las propiedades fisicoquímicas y características de inflamabilidad de la gasolina y el diesel fueron tomadas de la base de datos del programa desarrollado por la EPA (Environmental Protection Agency), CAMEO (Computer-Aided Management of Emergency Operations).

** Revisar nivel de riesgo según la NOM-018-STPS-2000.

En tabla 13 se puede observar que aunque la gasolina y el diésel tienen una presión de vapor baja a temperatura ambiente, ésta puede aumentar gradualmente con un aumento de temperatura y se tendrán en el medio ambiente vapores altamente inflamables.

Por otro lado, de acuerdo con el nivel de riesgo para las sustancias presentes en la norma de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, el Diésel es un combustible mínimamente peligroso para la salud; la gasolina presenta riesgo de inflamabilidad y es ligeramente peligroso para la salud.

Tabla 14. Criterios de clasificación de riesgo según la NOM-018-STPS-2000.

NIVEL DE RIESGO							
RIESGO A LA		RIESGO DE INFLAMABILIDAD		RIESGO DE		RIESGO ESPECIAL	
4	Severamente peligroso	4	Extremadamente	4	Puede detonar	OXY	Oxidante
3	Seramente peligroso	3	Inflamable	3	Puede detonar pero requiere	ACID	Ácido
2	Moderadamente peligroso	2	Combustible	2	Cambio químico	ALC	Alcalino
1	Ligeramente peligroso	1	Combustible si se	1	Inestable si se calienta	CORR	Corrosivo

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

0	Mínimamente peligroso	0	No se quema	0	Estable	w	No use agua
----------	-----------------------	----------	-------------	----------	---------	----------	-------------

El almacenamiento obedece a las condiciones de compatibilidad de las sustancias de acuerdo a la norma de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, NOM-010-SCT2/2009, que establece las disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos, donde especifica que líquidos inflamables y gases inflamables son compatibles (DOF, 2009).

Una vez que se identificaron las partes y características de las sustancias que conforman el almacén, se detectaron puntos de peligro en cada componente empleando la técnica de Análisis Preliminar de Peligros. Ésta consiste en detectar el peligro que puede estar presente en la zona, visualizando sus posibles causas y consecuencias mayores, así como el componente que debe ser monitoreado para minimizar, en lo posible, la probabilidad de que se desencadene un evento indeseado. Los resultados de dicho análisis se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 15. Análisis Preliminar de Peligros en el almacén de combustibles.

Peligro	Sustancia involucrada	Causa	Consecuencias Mayores	Componente
Derrame de combustible	gasolina	Derrame de hidrocarburo debido a: -Falla en la válvula de seguridad. -Perforación del recipiente. -Sobrellenado en la recarga.	Atmósfera inflamable	-Válvula de seguridad. -Recipiente.
Incendio de charco	gasolina	Ignición del derrame de combustible por generación de energía estática.	Daños por radiación	Falla del sistema de tierra físico.
Nubes explosivas	Gasolina	-Acumulación del gas en zona cercana a la fuente y presencia de punto de ignición.	Daños por sobrepresión y radiación.	-Válvula de seguridad. -Falla de componente electrónico, Representando el punto de

IV.3.2 Metodologías de identificación y jerarquización.

Métodos generalizados

Los métodos generalizados de análisis de riesgos, se basan en estudios de las instalaciones y procesos mucho más estructurados desde el punto de vista lógico-deductivo que los métodos comparativos. Normalmente siguen un procedimiento lógico de deducción de fallos, errores, desviaciones en equipos, instalaciones, procesos, operaciones, etc. que trae como consecuencia la obtención de determinadas soluciones para este tipo de eventos.

Existen varios métodos generalizados, los más importantes son los siguientes:

- Análisis "What If ...?"
- Análisis funcional de operabilidad, HAZOP
- Análisis de árbol de fallos, FTA
- Análisis de árbol de sucesos, ETA
- Análisis de modo y efecto de los fallos, FMEA

IV.3.3 Hazop.

La identificación de riesgos es la determinación de las características de los materiales y sustancias y las condiciones peligrosas de los procesos e instalaciones, que pueden provocar daños en caso de presentarse una falla o accidente.

Inicialmente, se debe de llevar a cabo un análisis preliminar de riesgos con la finalidad de tener un esquema de la peligrosidad de los productos, materiales y sustancias que se emplean en la instalación.

Un peligro omitido, es un riesgo no analizado; por esta razón es de suma importancia seleccionar la o las metodologías apropiadas de acuerdo al tipo de análisis y a los objetivos perseguidos.

Selección de las Metodologías de Identificación de Riesgos

Para la identificación de las metodologías adecuadas en los Estudios de Riesgos es necesario realizar un análisis preliminar de los riesgos con metodologías reconocidas y que a continuación se describen:

Debido a que los riesgos son resultado de múltiples factores interrelacionados que contribuyen a su ocurrencia, es imprescindible que los procesos se visualicen de manera conjunta y sistemática, incluyendo todos los factores que afecten y que este correlacionados con la parte del estudio en cuestión.

En esta actividad, es de particular importancia revisar las operaciones asociadas con fugas potenciales o derrames de materiales y sustancias peligrosas y considerar:

- La ubicación de las instalaciones, unidades y equipos.
- Las áreas, los parámetros de proceso y las actividades de operación y mantenimiento.
- Las áreas y el equipo de proceso de la instalación.
- Almacenamiento de materias primas y movimiento de productos.
- Recursos humanos.
- Aspectos ambientales.

La interrelación de estos elementos, a través de las metodologías de Análisis de Riesgo utilizadas, da por resultado los riesgos reales y potenciales particulares de la instalación dependiendo de su magnitud y de las características específicas de los elementos mencionados. Dentro del proceso industrial, existe una gran preocupación por la aplicación de métodos más sistematizados para la prevención o reducción de riesgos, ya que la sociedad en general reclama a la industria una mayor seguridad para sus miembros, propiedades y medio ambiente

Para seleccionar la metodología más adecuada para la elaboración del presente estudio, se utilizó la Guía para la Elaboración del Estudio de Riesgo para Instalaciones en Operación emitida por la SEMARNAT y las Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgos de Proceso clave: 800-16400-DCO-GT-75 Rev. 1 emitida por la DCO el 10/08/2012 de Pemex.

La metodología que se empleó para realizar una efectiva identificación de riesgos se presenta a continuación:

El HAZOP es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operabilidad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada. Por tanto, ya se aplique en la etapa de diseño, como en la etapa de operación, la sistemática consiste en evaluar, en todas las líneas y en todos los sistemas las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de proceso, tanto si es continuo como discontinuo. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de "palabras guía".

La realización de un análisis HAZOP consta de las etapas que se describen a continuación.

Etapas:

1. Sesiones HAZOP.

Las sesiones HAZOP tienen como objetivo la realización sistemática del proceso en donde se analizan las desviaciones en todas las líneas o nodos seleccionados a partir de las "palabras guía" aplicadas a determinadas variables o procesos. Se determinan las posibles causas, las posibles consecuencias, las respuestas que se proponen, así como las acciones

a tomar. Toda esta información se presenta en forma de tabla que sistematiza la entrada de datos y el análisis posterior.

Las sesiones HAZOP se llevan a cabo por un equipo de trabajo multidisciplinario.

2. Definición del área de estudio.

Consiste en delimitar las áreas a las cuales se aplica la técnica. En una determinada instalación de proceso, considerada como el área objeto de estudio, se definirán para mayor comodidad una serie de nodos ó líneas de proceso que corresponden a entidades funcionales propias: línea de carga a un depósito, separación de disolventes, reactores, bombas, etc.

3. Definición de los nodos.

En cada uno de estos nodos o líneas se deberán identificar los puntos claramente localizados en el proceso. Por ejemplo, tubería de alimentación de una materia prima a un reactor, impulsión de una bomba, depósito de almacenamiento, etc.

Cada nodo deberá ser identificado y numerado correlativamente dentro de cada subsistema y en el sentido del proceso para mejor comprensión y comodidad. La técnica HAZOP se aplica a cada uno de estos puntos. Cada nodo vendrá caracterizado por variables de proceso: presión, temperatura, caudal, nivel, composición, viscosidad, etc.

La facilidad de utilización de esta técnica requiere reflejar en diagramas de flujo y diagramas de tubería e instrumentación todos los subsistemas considerados y su posición exacta. El documento que actúa como soporte principal del método es el diagrama de flujo de proceso, o de tuberías e instrumentos.

4. Aplicación de las palabras guía.

Las "palabras guía" se utilizan para indicar el concepto que representan a cada uno de los nodos definidos anteriormente que entran o salen de un elemento determinado. Se aplican tanto a acciones (reacciones, transferencias, etc.) como a parámetros específicos (presión, caudal, temperatura, etc.). La tabla de abajo presenta algunas palabras guía y su significado.

. Tabla 16. Aplicación de las palabras guía.

Palabra guía	Significado	Ejemplo de desviación	Ejemplo de causas originadoras
NO	Ausencia de la variable a la cual se aplica	No hay flujo en una línea	Bloqueo; fallo de bombeo; válvula cerrada o atascada;

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
"TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO"

Palabra guía	Significado	Ejemplo de desviación	Ejemplo de causas originadoras
			fuga; válvula abierta; fallo de control
NO	Ausencia de la variable a la cual se aplica	No hay flujo en una línea	Bloqueo; fallo de bombeo; válvula cerrada o atascada; fuga; válvula abierta; fallo de control
MÁS	Aumento cuantitativo de una variable	Más flujo (más caudal)	Presión de descarga reducida; succión presurizada; controlador saturado; fuga; lectura de instrumentos
		Más temperatura	Fuegos exteriores; bloqueo; puntos calientes; explosión en reactor; reacción descontrolada
MENOS	Disminución cuantitativa de una variable	Menos caudal	Fallo de bombeo; fuga; bloqueo parcial; sedimentos en línea; falta de carga; bloqueo de válvulas
		Menos temperatura	Pérdidas de calor; vaporización; venteo bloqueado; fallo de sellado

La Clasificación de los riesgos se realizó mediante la aplicación de "Guías técnicas para realizar Análisis de Riesgos de Proceso" con número de identificación: 800-16400-DCO-GT-75 Revisión 1 con fecha: 10 de agosto de 2012, emitida por la Dirección Corporativa de Operaciones de Petróleos Mexicanos a través de la Subdirección de Disciplina Operativa Seguridad, Salud y Protección Ambiental.

1. Definición de las desviaciones a estudiar.

Para cada nodo se plantea de forma sistemática todas las desviaciones que implican la aplicación de cada palabra guía a una determinada variable o actividad. Para realizar un análisis exhaustivo, se deben aplicar todas las combinaciones posibles entre palabra guía y variable de proceso, descartándose durante la sesión las desviaciones que no sean aplicables a un nodo determinado.

Paralelamente a las desviaciones se deben indicar las causas posibles de estas desviaciones y posteriormente las consecuencias de estas desviaciones.

En la tabla anterior se presentan algunos ejemplos de aplicación de palabras guía, las desviaciones que originan y sus causas posibles.

Inicialmente se requiere recabar la información técnica actualizada consistente en:

- Diagramas de Tubería e Instrumentación,
- Diagramas de Flujo de los Procesos,
- Hojas de Datos de Seguridad de los Productos,
- Datos Cinéticos de la Reacción (cuando aplique),
- Plot- Plan,
- Especificaciones de Diseño,
- Procedimientos de Operación,
- Procedimientos de Emergencia,
- Reportes de Accidentes/Incidentes (históricos),
- Programas de mantenimiento,
- Datos Demográficos (No. de Habitantes, Escuelas, Hospitales, Distancias a la Población más cercana),
- Datos Meteorológicos (Histórico de los últimos 10 años),
- Censo de Equipos y Tuberías, y
- Planes de Emergencias.

Posteriormente se complementara la información con lo solicitado en las Guías que establece la SEMARNAT, para Estudios de Riesgos enfocado para plantas en operación.

Definir el Objeto de Análisis.

El cual puede ser para una planta, una sección de la planta o un equipo de la planta o para un Rack de Tuberías.

Seleccionar los puntos críticos.

En los cuales se incluyen las características de las sustancias, los equipos de proceso (vida útil), los programas de mantenimiento (cumplimiento y seguimiento), características de operación y el historial de los incidentes y/o accidentes ocurridos en la instalación.

Una vez seleccionado el método de Análisis de Riesgos, se procede a identificar y evaluar los peligros potenciales y problemas operativos. El análisis se lleva a cabo bajo la guía de un líder entrenado y con experiencia en la aplicación de la metodología, con la ayuda de una persona que documente el análisis.

El líder procede a decir las desviaciones de las intenciones de diseño al Grupo Multidisciplinario que se formó del centro para efectuar el Estudio de Riesgo, procediendo a registrar todas las causas posibles y consecuencias que pueden ocasionar un incidente y/o accidente.

Posteriormente se preguntara al grupo multidisciplinario cual sería la salva guarda con que se cuenta para la administración del o los riesgos inherentes, en caso de no contar se deberá de efectuar una recomendación para la disminución de los riesgos presentes, los cuales estarán enfocados a salvaguardar al personal, el medio ambiente y las instalaciones. En las siguientes Tablas se establece las causas típicas de pérdidas de contención en las tuberías, así como las salvaguardas típicas de pérdidas de contención en las tuberías.

Tabla 17. Causas típicas de Pérdida de Contención.

Sección del proceso	Causas
Líneas	Corrosión/erosión Fuego exterior Impacto exterior Falla de empaquetaduras de bridas Golpe de ariete Mantenimiento inadecuado Falla de líneas de instrumentos Defectos de materiales Falla por no-apertura de dispositivos de seguridad bajo demanda Expansión térmica cuando el equipo o las tuberías están bloqueados Válvula con fuga o mal alineada, que descarga en la atmósfera Vibración

Tabla 18. Salvaguardas genéricas e inherentes para proteger o para mitigar las consecuencias de descargas de material.

TUBERÍAS • Especificaciones de tuberías • Consideraciones de códigos de diseño • Tolerancias adicionales de corrosión en tubería y equipo • Guías de soldadura • Especificaciones de empaques • Relevado de esfuerzos
BOMBAS Y COMPRESORAS • Sellos mecánicos • Drenes en líneas y carcasas de bombas y compresoras
VÁLVULAS • Especificación de válvulas • Consideraciones de código de diseño • Especificación de sellos y empaquetaduras • Válvulas diseñadas para posicionar de una forma segura a fallas de aire o de energía eléctrica

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

PREVENCIÓN DE CORROSIÓN

- Pruebas periódicas no destructivas e inspección de tuberías, equipos y estructuras
- Inyección de inhibidores de corrosión
- Sistemas de protección catódica (ductos submarinos y estructuras)

MANTENIMIENTO DE EQUIPO

- Sistemas de mantenimiento preventivo incluyendo:
 - Medición de vibraciones del equipo giratorio
 - Programas de lubricación
 - Programas de inspección de sellos
 - Base de datos para fallas de equipo

MANTENIMIENTO SEGURO

- Orden del trabajo de mantenimiento y permisos para trabajos con riesgo:
 - Trabajos calientes
 - Trabajos con riesgos

PROTECCIÓN DE CONTROLES

- Salas de control remoto con:
 - Suministro de electricidad de emergencia
 - Sistema de comunicaciones de emergencia
 - Protección en entradas y salidas de tuberías y cables

SISTEMAS DE CONTROL

Sistemas de control distribuido para los procesos en PCS y turbogeneradores

PRUEBAS DE INSTRUMENTACIÓN

- Pruebas y calibración periódica de la instrumentación del proceso
- Registro de las calibraciones de los instrumentos
- Registro de las modificaciones efectuadas en los sistemas y en el equipo (software y del hardware)
- Pruebas de los dispositivos de alarma
- Registros de los cambios y de las pruebas de los dispositivos de alarma
- Registro descriptivo de todos los puntos de calibración de los interruptores y las alarmas de emergencia para posibilitar una auditoria

VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Desmontado, desensamblado y pruebas periódicas de las válvulas de seguridad

MANEJO DE VAPORES PELIGROSOS

Sistemas de relevo de hidrocarburos que descargue a un quemador

AISLAMIENTO DEL PROCESO

Válvulas de bloqueo manual para la mayor parte de los componentes

EQUIPO DE RELEVO, REDUNDANCIA Y DIVERSIDAD

- Redundancia de equipo (bombas, compresoras, turbogeneradores, algunos buses, sistema de distribución de fuerza, bombas contra incendio, compresores de aire de servicios)
- Sistemas de arranque automático para sistemas redundantes en el caso de bombas contra incendio, en turbogeneradores, y en generador de emergencia Prueba e inspección de componentes de sistemas redundantes
- Sistemas “no interrumpibles” de fuerza eléctrica para DCS y comunicación
- Generadores de fuerza de emergencia para iluminación y comunicación

SISTEMAS DE CONTENCIÓN

- Charolas de contención en áreas de almacenamiento diésel
- Charolas de contención en bases de bombas
- Sumidero de regulación
- Lineamientos para el control de derrames

SISTEMAS DE SUPRESIÓN Y EXTINCIÓN DE FUEGO

- Aspersión para protección de tanques diésel y separadores
- Sistemas de extinción de fuego con:
 - CO2
 - Polvo químico seco (Sala de Control)
 - Agua
- Bombas de agua contraincendio operadas automáticamente (diésel)
- Monitores e hidrantes
- Extintores de fuego en las salas de control recomendados para fuego en equipo eléctrico (polvo)

PROTECCIÓN PERSONAL

- Equipo de protección personal incluyendo:
 - Aparato autónomo para respiración (25)
 - Aire de respiración (2 tanques)
 - Paquetes de escape (2 paquetes)
 - Ropa de protección (para bomberos)
- Inspección y prueba periódica de los sistemas de protección personal y de seguridad, incluyendo:
 - Suministro de aire al sistema autónomo de respiración
 - Regaderas de seguridad
 - Suministro de aire de respiración
- Disponibilidad de:
 - Clínica local para el tratamiento de primeros auxilios con medico
 - Paquetes para la atención específica de casos de exposición personal (sólo en la clínica)
- Programa específico de salud y de higiene del área y de la unidad, incluyendo revisiones periódicas ruido y solventes en laboratorio

RESPUESTA A EMERGENCIAS

- Sistemas de emergencia de comunicación remota incluyendo:
 - Radios portátiles personales de dos vías
 - Trabajo en pareja para ejecutar operaciones críticas o con riesgos
 - Procedimientos de comunicaciones de emergencia
 - Teléfonos
- Brigadas contra incendio
- Brigadas contra incendio de apoyo
- Simulacros contra incendio
- Planes de contingencia de la unidad y de la instalación
- Simulacros de respuesta a emergencia y desastre
- Procedimientos de emergencia para incidentes especiales

Documentación General

- Documentación que establezca claramente la normatividad y los procedimientos de operación
- Programas de mantenimiento documentados
- Sistema de comunicación sobre el estado de la unidad entre las guardias de turno de la unidades, que incluye:
 - Bitácoras
 - Hojas de datos del período (v.g., SIPA)
 - Reportes del estado que guarda la unidad
 - Programa de seguridad específico de la instalación y de la unidad con la documentación de los incidentes mayores (incluye casi accidentes)

Entrenamiento

Entrenamiento y re entrenamiento formal de los operadores (en mantenimiento)

Programa de calificación y certificación de personal (parcial)

Consecuencias de falla en los controles

La técnica Hazop implica la documentación de los escenarios de las consecuencias de interés más verosímiles, para lo cual no se considera la actuación o activación de las salvaguardas existentes; este enfoque es para evaluar el máximo nivel de riesgo y las peores consecuencias de acuerdo con las fallas totales de los controles administrativos y de ingeniería, una vez documentadas las consecuencias se identifican todos los controles administrativos y de ingeniería para proteger a la instalación contra dicho escenario, siendo reiterativo que cuanto más sean identificadas y calificadas las consecuencias mayor deberá ser la existencia de los controles administrativos, los de ingeniería y su confiabilidad. La identificación de escenarios que conllevan a consecuencias de menor impacto respecto a las establecidas y que se identificaron, fueron evaluadas, pero solamente las que llegaron a ser consideradas como las de consecuencias relevantes, fueron asentadas en el análisis.

Ubicación de los equipos

La ubicación de equipos se consideró de diversas maneras en este análisis de riesgo. El equipo de análisis de riesgo estimó las consecuencias de un evento en cuanto a la localización del equipo de proceso respecto a las salas de control operativo y a otros lugares donde se localiza personal operativo laborando, así mismo respecto a otros equipos de proceso. El equipo de análisis de riesgo incluyó personal con amplia experiencia en la ubicación general de los diversos componentes de la planta. Esta experiencia se complementó con planos de la instalación, además se añade la utilización de la aplicación de listas de verificación para considerar este aspecto.

Factores humanos

El equipo de análisis de riesgo utilizó la técnica HazOp, en el HazOp el equipo de análisis de riesgo consideró los errores humanos como una fuente importante de causas de alteraciones en los procesos, en la siguiente Tabla se muestra las causas típicas discutidas en el análisis.

Tabla 19. Causas Típicas de Errores de Procedimiento.

• Proceso nuevo (o experiencia insuficiente con el proceso) • Equipo fuera de servicio o que funciona mal (v.g., la válvula se queda abierta, el arranque del motor funciona mal) • Falta de comunicación entre los operadores • Al operador no le llega ninguna información retroactiva del proceso • Instrumentos mal calibrados • Por demanda de producción, no hay tiempo suficiente para efectuar todos los pasos • Confusión en el cambio de turnos • Confusión ocasionada por formato pobre, distracciones, o comunicación pobre • El operador se salta un paso del procedimiento (o toma un atajo) • La organización física del equipo hace más conveniente el realizar un paso antes/después o el realizar varios pasos al mismo tiempo/en el mismo sitio • Intento de realizar el procedimiento a toda velocidad o de ganar tiempo perdido • Distracción o falta de atención del operador

Las probables causas que pueden generar una pérdida de contención sin tomar en cuenta las variables de proceso se muestran en la tabla.

Tabla 20. Causas típicas de fuga o ruptura

Sección del proceso	Causas
Líneas y bombas	Cavitación de una bomba
	Corrosión/erosión
	“Carga muerta” por descarga cerrada

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

	Fuego exterior
	Impacto exterior
	Falla de empaquetaduras de bridas y sellos
	Golpe de ariete
	Mantenimiento inadecuado
	Falla de líneas de instrumentos
	Defectos de materiales
	Falla por no-apertura de dispositivos de seguridad bajo demanda
	Expansión térmica cuando el equipo o las tuberías están bloqueados
	Válvula con fuga o mal alineada, que descarga en la atmósfera
	Vibración
Tanques y recipientes	Corrosión
	Fuego externo
	Impacto externo
	Falla de empaquetaduras de bridas y sellos
	Mantenimiento inadecuado
	Falla de línea en un instrumento
	Defecto de material
	Falla por no-apertura de dispositivos de seguridad bajo demanda
	Vacío
	Válvula con fuga o mal alineada, que descarga en la atmósfera
Todos los equipos	Huracán

Las Hojas de trabajo, resultado de la aplicación de la técnica HAZOP de los nodos analizados se incluyen en el **ANEXO 7**.

La siguiente Tabla se presenta la lista de nodos para la identificación de peligros de la Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno mediante la metodología HAZOP.

Tabla 21. lista de nodos para la identificación de peligros

No. De Nodo	Sistema	Subsistema	Descripción
1	SISTEMA DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS	RECEPCIÓN POR CARRO AUTOTANQUES	Manguera de conexión a separador de aire
2			De Separador de Aire y Bomba a Patín de Medición
3			Patín de Medición

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

No. De Nodo	Sistema	Subsistema	Descripción
4	SISTEMA DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS	RECEPCIÓN POR CARRO TANQUES DE FERROCARRIL	Manguera de conexión a separador de aire
5			De Separador de Aire y Bomba a Patín de Medición
6			Patín de Medición
7	ALMACENAMIENTO DE PETROLIFEROS	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA MAGNA, GASOLINA PREMIUN, DIESEL Y	Cabezal de entrada y arreglo de válvulas de entrada
8			Tanque
9			Arreglo de válvulas de salida y cabezal de salida
10	SISTEMA DE REPARTO DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS	SISTEMA DE REPARTO DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS	De Bomba a Patín de Medición
11			Patín de Medición
12			Llenaderas
13	UNIDAD DE RECUPERACION DE VAPORES	UNIDAD DE RECUPERACION DE VAPORES	Líneas de recuperación de vapores
14			Unidad de Recuperación de Vapores URV
15			Línea de gasolina a torre de absorción
16			Recirculación de gasolina a tanque

A continuación se mencionan la lista del personal que participo en la elaboración del HAZOP

Nombre	Puesto
Nelson Álvarez Artega	Gerente de operaciones
Fabiola Galván Juárez	Jefe de ingeniería
Oswaldo Storms Chávez	Especialista metalmecánico
Miguel A. Ignor Muñoz	Especialista en procesos
Salvador Airas Rodríguez	Especialista en pre commissioning y commissioning
Arturo Pérez García	Especialista en instrumentación
Oscar Francisco Guajardo Ramírez	Especialista en control
Carlos Alberto Farfán Torres	Gerente de Calidad
Esteban Gutiérrez Ramírez	Gerente de Producción
Oscar Zavala Campos	Jefe de calidad
Susana Torres González	Coordinador del proyecto
Efrén Ramírez Arias	Líder del grupo multidisciplinario
Joel Avilés Sandoval	Ingeniería

IV.3.4 Principio ALARP

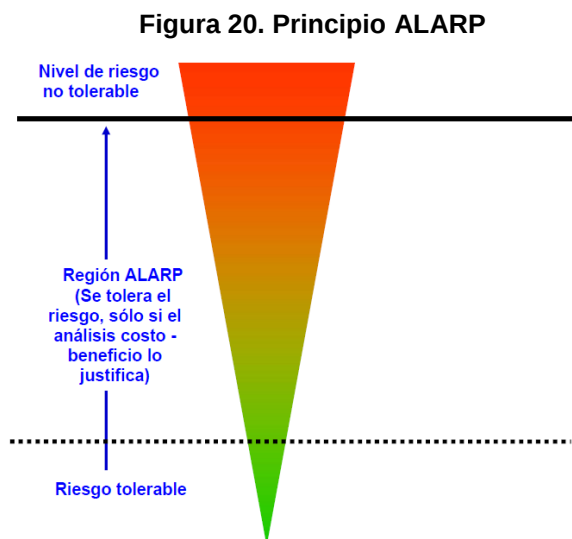
ALARP (por sus siglas en inglés As Low As Reasonably Practicable) Tan Bajo Como Sea Razonablemente Práctico.

El concepto ALARP fue desarrollado en el Reino Unido. La legislación de ese país estableció el término ALARP por medio del Health and Safety at Work, etc. Act. 1974, el cual requiere que se mantengan las instalaciones y sus sistemas "seguros y sin riesgo a la salud" hasta donde fuera razonablemente práctico. Esta última frase se interpreta como una obligación de los propietarios de las instalaciones para reducir el riesgo a un nivel tan bajo como sea razonablemente práctico.

Existen riesgos que son tolerables y otros riesgos no tolerables. El principio ALARP se encuentra precisamente entre los riesgos que se toleran y los que no. En la Figura del principio ALARP se explica que un riesgo se considere dentro de la región ALARP, debe demostrarse que el costo relacionado con la reducción del riesgo (su frecuencia y/o consecuencia) es desproporcionado con respecto al beneficio que se obtiene.

El principio ALARP surge del hecho de que sería posible emplear una gran cantidad de tiempo, dinero y esfuerzo al tratar de reducir los niveles de riesgo a un valor de cero, lo cual en la práctica no es costeable ni posible. Adicionalmente, este principio, no debe entenderse como simplemente una medida cuantitativa de los beneficios contra daños. Se debe entender como una buena práctica de juicio del balance entre riesgo y el beneficio a la sociedad y el negocio.

Principio ALARP (por sus siglas en inglés As Low As Reasonably Practicable) Tan Bajo Como Sea Razonablemente Práctico.



Matrices de Riesgo.

Una escala de valores de riesgo se diseña para contar con una medida de comparación entre diversos riesgos. Aunque un sistema de este tipo puede ser relativamente simple, la escala debe representar valores que tengan un significado para la organización y que puedan apoyar la toma de decisiones. Esa escala debe de cumplir con las siguientes características:

- Ser simple de entender y fácil de usar.
- Incluir todo el espectro de frecuencia de ocurrencia de escenarios de riesgo potenciales.
- Describir detalladamente las consecuencias en cada categoría (personal, población, medio ambiente y negocio).

Definir claramente los niveles de riesgo tolerable, ALARP y no tolerable.

Las matrices de riesgo normalmente se emplean para clasificar inicialmente el nivel de riesgo y podría ser la primera etapa dentro de un análisis cuantitativo de éstos. Esa matriz aplica única y exclusivamente para la organización que la desarrolla. Las matrices de riesgos son gráficas en dos dimensiones en cuyos ejes se presenta la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre el personal, la población, el medio ambiente y el negocio. Esas matrices están divididas en regiones que representan los riesgos tolerables, en la región ALARP y los no tolerables.

Matrices de Riesgo para la aplicación en PEMEX y Organismos Subsidiarios:

Con base en la información que se ha presentado en la sección anterior, las categorías de frecuencias, las categorías de consecuencias, así como sus correspondientes matrices de riesgo, que deben utilizarse para realizar los Análisis de Riesgos de Proceso en Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios, se muestran a continuación.

Tabla 22. Categorías de Frecuencia para aplicación en PEMEX.

Clasificación	Tipo	Descripción de la Frecuencia de Ocurrencia
6	Muy Frecuente	Ocorre una o más veces por año.
5	Frecuente	Ocorre una vez en un período entre 1 y 3 años.
4	Poco Frecuente	Ocorre una vez en un período entre 3 y 5 años.
3	Raro	Ocorre una vez en un período entre 5 y 10 años.
2	Muy Raro	Ocorre solamente una vez en la vida útil de la planta.
1	Extremadamente	Evento que es posible que ocurra, pero que

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Clasificación	Tipo	Descripción de la Frecuencia de Ocurrencia
	Raro	a la fecha no existe ningún registro.

El principio ALARP surge del hecho de que sería posible emplear una gran cantidad de tiempo, dinero y esfuerzo al tratar de reducir los niveles de riesgo a un valor, lo cual en la práctica no es costeable ni posible. Adicionalmente, este principio, no debe entenderse como simplemente una medida cuantitativa de los beneficios contra daños. Se debe entender como una buena práctica de juicio del balance entre riesgo y el beneficio a la sociedad y al negocio.

Tabla 23. Categorías de Consecuencias para aplicación en PEMEX.

Categoría de Consecuencia	Daños al Personal	Efecto a la Población	Impacto Ambiental	Pérdida de Producción en (MM USD)	Daños a la Instalación (MM USD)
6	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 15 fatalidades.	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 100 fatalidades.	Fugas o derrame externo que no se pueda controlar en una semana.	Mayor de 50.	Mayor de 50.
5	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades.	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 15 a 100 fatalidades.	Fugas o derrame externo que se pueda controlar en una semana.	De 15 a 50.	De 15 a 50.
4	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades.	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades.	Fugas o derrame externo que se pueda controlar en un día.	De 5 a 15.	De 5 a 15.
3	Heridas o daños físicos que pueden generar incapacidades médicas.	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización a gran escala.	Fugas o derrame externo que no se pueda controlar en algunas horas.	De 0.500 a 5	De 0.500 a 5
2	Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios.	Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios. Evento que requiere de evacuación. Ruidos, olores	Fugas o derrame externo que no se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar).	De 0.250 a 0.500.	De 0.250 a 0.500.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Categoría de Consecuencia	Daños al Personal	Efecto a la Población	Impacto Ambiental	Pérdida de Producción en (MM USD)	Daños a la Instalación (MM USD)
		e impacto visual que se pueden detectar.			
1	No se esperan heridas o daños físicos.	No se esperan heridas o daños físicos. Ruidos, olores e impacto visual imperceptible.	No hay fuga o derrame externo.	Hasta 0.250.	Hasta 0.250.

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	C	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C	C	B	A	A	A
	3	C	C	B	A	A	A
	2	C	C	C	B	B	A
	1	C	C	C	C	B	B

Daños al personal

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	C	B	A	A	A	A
	5	C	B	A	A	A	A
	4	C	B	A	A	A	A
	3	C	B	A	A	A	A
	2	C	B	A	A	A	A
	1	C	C	B	A	A	A

Daños a la población

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	C	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C	B	B	B	A	A
	3	C	C	C	B	A	A
	2	C	C	C	C	B	A
	1	C	C	C	C	C	B
		Impacto Ambiental					

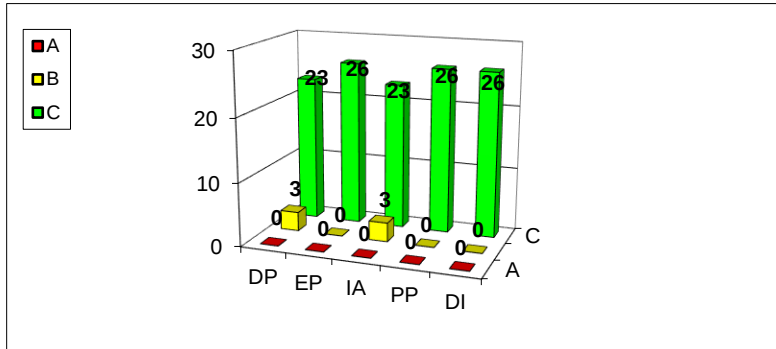
		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	B	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C	C	B	B	A	A
	3	C	C	C	B	B	A
	2	C	C	C	C	B	A
	1	C	C	C	C	C	B
		Daños a la instalación, producción/bienes de terceros/bienes a la nación					

IV.3.4.1 Resultados de la aplicación de la metodología Hazop

Resultados de los nodos 1,2,3,

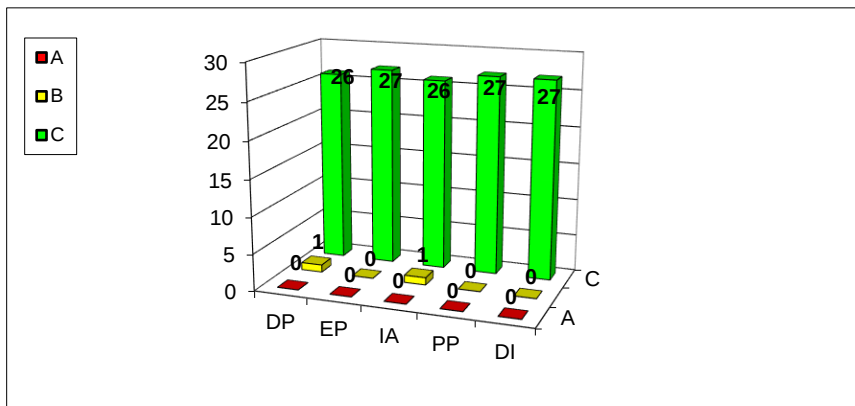
	DP	EP	IA	PP	DI	
A	0	0	0	0	0	0
B	3	0	3	0	0	6
C	23	26	23	26	26	124
	26	26	26	26	26	

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”



Resultados de los nodos 4,5, y 6

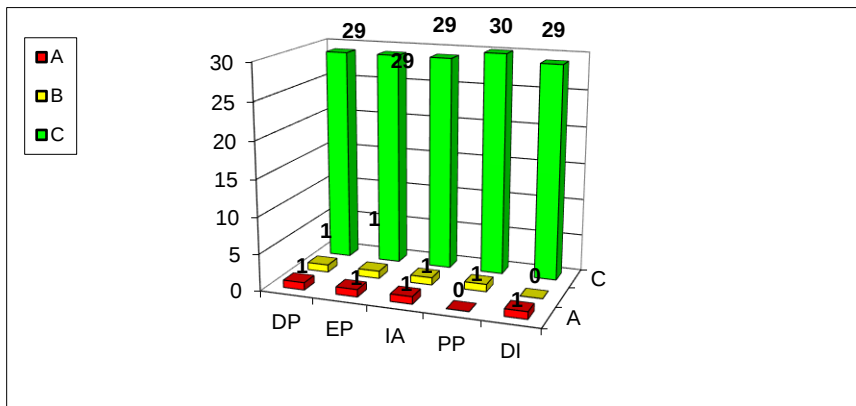
	DP	EP	IA	PP	DI	
A	0	0	0	0	0	0
B	1	0	1	0	0	2
C	26	27	26	27	27	133
	27	27	27	27	27	



Resultados nodos 7,8 y 9

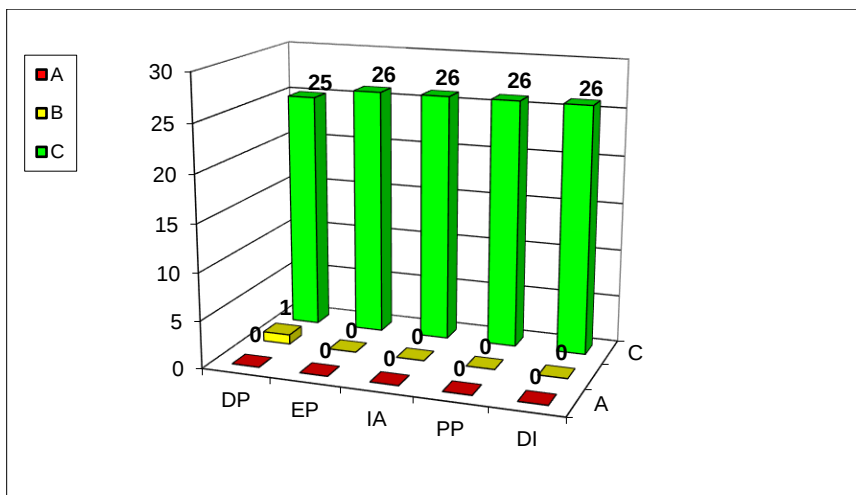
	DP	EP	IA	PP	DI	
A	1	1	1	0	1	4
B	1	1	1	1	0	4
C	29	29	29	30	29	146
	31	31	31	31	30	

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
"TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO"



Resultados de los nodos 10,11, y12

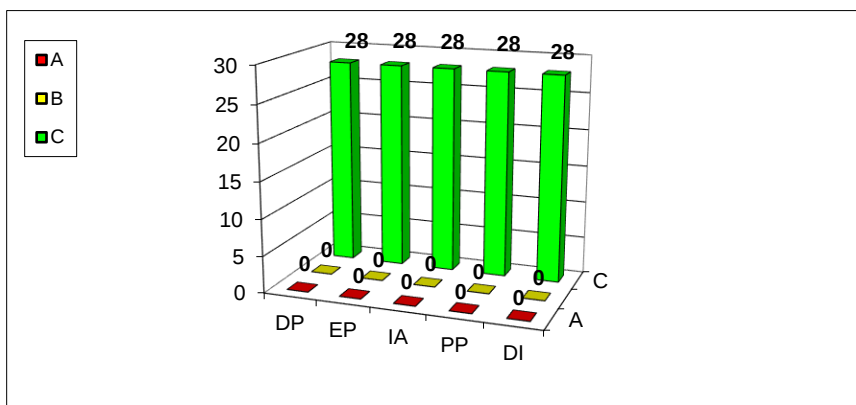
	DP	EP	IA	PP	DI	
A	0	0	0	0	0	0
B	1	0	0	0	0	1
C	25	26	26	26	26	129
	26	26	26	26	26	



Resultados de los nodos 13,14,15 y 16

	DP	EP	IA	PP	DI	
A	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
C	28	28	28	28	28	140
	28	28	28	28	28	

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”



Como resultado del hazop se observó que de los 16 nodos analizados se encontraron 658 desviaciones analizadas, de las cuales solo 1 resultado con riesgo no tolerable siendo la desviación 8.11 referente a el Sobrellenado de un tanque de almacenamiento durante la descarga de carros tanque, coincidiendo la falla de instrumentación, el yerro del sistema de control y el error humano.

También como resultado del análisis se obtuvo que la desviación 7.9 y 12.3 se encontraban dentro del rango B (riesgo tolerable).

La desviación 7.9 corresponde a la fuga por un orificio en el cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba PU-02-DMP. En este evento se relaciona la presencia de un equipo en el escenario con el impacto de éste en una tubería. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas, con una velocidad de flujo de 2091 L/MIN. El incidente origina un derrame que actúa un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.

La desviación 12.3 corresponde a la Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina asumiendo el movimiento del auto tanque su desconexión. Se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna.

Región del riesgo	Descripción
No tolerable “A”	Intolerable. Corresponde a la región donde la alta frecuencia de sucesos y severidad de sus consecuencias exceden la aceptabilidad local del número de muertos por accidentes industriales u eventos similares. En esta región, “el riesgo no puede ser justificado excepto en circunstancias extraordinarias”
ALARO “B”	El riesgo es “tolerable sólo si su reducción no es práctica o si su costo es desproporcionado en relación con el mejoramiento logrado”. Esta región es la parte alta de una franja a la cual se le denomina ALARP (as low as reasonably possible), que significa que el riesgo es tolerado en la medida que se toman medidas prácticas razonables para reducirlo.
TOLERABLE “C”	Región baja de ALARP. En esta región el riesgo no es despreciable, pero es “tolerable si el costo de su reducción puede exceder en mucho el

	mejoramiento obtenido mediante medidas de mitigación”.
--	---

IV.4 Análisis LOPA

El término LOPA por sus siglas en inglés (Layer of Protection Analysis) es una herramienta para el estudio y la administración de riesgos en procesos con riesgo.

Es un método para la evaluación de la efectividad de las capas de protección independientes para la reducción de la probabilidad de un evento no deseable. Provee una base consistente para juzgar si se cuentan con suficientes capas de protección para controlar el riesgo generado por un accidente en un escenario determinado, si el riesgo estimado no es aceptable capas adicionales deberán ser adicionadas.

El LOPA no sugiere que se deban adicionar capas de protección independientes (Independent Protection Layers, IPLs, por sus siglas en inglés), ni qué diseño se deba seleccionar, pero provee herramientas para evaluarlos y mitigar los riesgos. Proporciona herramientas simplificadas para valorar las capas de protección en un escenario dado.

El LOPA es un método Semi-Cuantitativo y fue introducido por primera vez en 1993, en el libro Guidelines for Safe Automation of Chemical Processes, publicado por Center of Chemical Process Safety (CCPS).

Los trabajos previos que fueron dando origen a esta herramienta fueron:

Dowell, 1997; 1998; 1999; Bridges and Williams, 1997; Fuller and Marszal, 1999; Lorenzo and Bridges, 1997; Ewbank and York, 1997; Huff and Montgomery, 1997). Como resultado de los escritos y las discusiones sobre el tema, entre el CCPS (Center for Chemical Process Safety) y el International Conference and Workshop on Risk Analysis in Process Safety, en octubre de 1997 en la ciudad de Atlanta, Georgia, se obtuvieron los puntos a desarrollar para LOPA.

Como en otros métodos de análisis de riesgos, el propósito inicial es determinar si se tienen las suficientes capas de seguridad para hacer frente a un escenario de accidente, es decir, si el riesgo puede ser tolerado.

LOPA es un método que puede ser aplicado para una planta existente o para una ingeniería de detalle por un equipo técnico, para determinar el SIL de una SIS.

SIL (Safety Integrity Level), es la probabilidad, de que un sistema relacionado con la Seguridad ejecute de forma satisfactoria, las funciones de seguridad requeridas en todas las condiciones especificadas en un periodo de tiempo señalado.

SIS (Safety Instrumented System), es un sistema instrumentado de seguridad usado para la implementación lógica de una o más funciones instrumentadas de seguridad. Un SIS está compuesto de cualquier combinación de sensores, procesadores lógicos y elementos o actuadores finales.

El método parte del establecimiento del nivel de riesgo tolerable aceptado por la organización, el cual está basado en la normatividad o requerimientos específicos de la empresa que determinará el nivel SIL Objetivo. Existen tres criterios para el establecimiento del nivel de riesgo tolerable, 1) Riesgo Individual, 2) Riesgo Social y 3) Riesgo Corporativo. Básicamente el riesgo tolerable es el número de veces que una Función Instrumentada de Seguridad (SIS) puede fallar, también puede definirse como el número de veces por año que una consecuencia no deseada ocurre en el proceso. Generalmente se obtienen estos valores de tablas o matrices que muestran la frecuencia de un evento y sus consecuencias.

Es común encontrar diferentes matrices dependiendo del país, compañía, tipo de industria o criterios corporativos, la determinación del nivel de riesgo tolerable y varían directamente por la localización del proceso, la interacción con ciudades y los materiales y productos que se involucren. En México no existe una legislación ni un criterio corporativo que fije los riesgos tolerables para las empresas públicas y privadas, generalmente son utilizados criterios establecidos en normas o compañías extranjeras.

La norma de referencia NRF-045-PEMEX-2002 “Determinación del nivel de integridad de seguridad de los sistemas instrumentados de seguridad”, daba los siguientes valores sobre la determinación de la frecuencia máxima permitida (frecuencia objetivo) para eventos con consecuencias determinadas.

Tabla 24. Valores sobre la determinación de la frecuencia máxima permitida en la NRF-045-PEMEX 2002

Nivel de impacto del evento	Consecuencia	Frecuencia objetivo por año
Menor	Impacto inicialmente limitado a un área local del evento con un potencial para una consecuencia más amplia si no se toman acciones correctivas. Fugas dentro de barreras de contención cuyas consecuencias al ambiente son conocidas (ruido, olores e impacto visual detectable, derrame externo controlable en un día)	1.0×10^{-3}
Serio	Es aquella consecuencia que podría causar cualquier lesión o fatalidad seria en el sitio o fuera de él, o bien, daño a la propiedad de \$ 1 MM en el sitio y de \$ 5 MM fuera de él. Fugas fuera de los límites sin efectos adversos (el derrame externo se puede controlar en pocos días)	1.0×10^{-4}
Catastrófico	Es aquella consecuencia que es 5 o más veces severas que un accidente SERIO. Fuga fuera de los límites de contención con efectos adversos (derrame no controlable en pocos días)	1.0×10^{-6}

En cuanto a valores superiores de riesgo, se identificaron tres niveles:

- 10-5 posibilidades al año de recibir una dosis peligrosa de radiación térmica o de presión en el caso de proyectos pequeños.

- 10⁻⁶ posibilidades al año de recibir una dosis peligrosa en el caso de proyectos medianos y grandes.
- 0,3 x 10⁻⁶ posibilidades al año, un nivel en el que el riesgo se considera sin importancia y que no se debería exceder donde existan instalaciones sensibles como colegios, hospitales, asilos de ancianos, etc.

Mientras los niveles holandeses se refieren al riesgo de muerte, los niveles del Reino Unido se refieren al riesgo de dosis peligrosa. Una dosis peligrosa producirá una seria desgracia a todas las personas comprometidas, requiere de tratamiento médico para una parte considerable de los afectados, algunas personas requerirán un tratamiento prolongado, y las personas más sensibles pueden morir.

Una vez que ha sido determinado el nivel de riesgo aceptable, se debe usar una metodología para determinar el nivel de riesgo asociado a una actividad en particular.

La información anterior sobre el establecimiento de los valores de riesgos aceptables e inaceptables, permite conseguir una ubicación previa entre la frecuencia de eventos y la categoría de sus posibles consecuencias, pero no permite asentar valores con mayor objetividad; es por eso que es valioso emplear los criterios de la guía internacional IEC 61508, que es una norma internacional publicada por la Comisión Electrotécnica Internacional de normas aplicadas en la industria.

La norma IEC 61508 sobre la seguridad funcional de seguridad eléctrica / electrónica / programable de sistemas, exige que se lleve a cabo una evaluación del riesgo y de las consecuencias y se deberá evaluar, o se estimará, para cada evento peligroso determinado. La norma aconseja que se puedan utilizar técnicas cualitativas o cuantitativas de análisis de riesgo y ofrece orientación sobre una serie de enfoques. Uno de ellos, para el análisis cualitativo de los peligros, es un marco basado en 6 categorías de probabilidad de ocurrencia y 4 de consecuencia.

Tabla 25. Categorías de probabilidad de ocurrencia

Categoría	Definición	Rango (Fallas por
Frecuent	Muchas veces en la vida del	$>10^{-3}$
Probable	Varias veces en la vida del sistema	10^{-3} a 10^{-4}
Ocasional	Una vez en la vida del sistema	10^{-4} a 10^{-5}
Remoto	Improbable en la vida del sistema	10^{-5} a 10^{-6}
Improbable	Muy improbable en la vida del	10^{-6} a 10^{-7}
Increíble	No es creíble que pueda ocurrir	$<10^{-7}$

Tabla 26. Categorías de las consecuencias

Categoría	Definición
Catastrófica	Múltiples pérdidas de vida
Crítica	Pérdida de una vida
Marginal	Lesiones serias a una o más personas
Despreciable	Lesiones menores para el peor

La combinación de las tablas lleva a la obtención de la siguiente matriz de riesgo:

Tabla 27. Matriz de Clasificación del riesgo de acuerdo a IEC 61508

Probabilidad	Consecuencia			
	Catastrófico	Critic	Margin	Despreciabl
Frecuente	I	I	I	II
Probable	I	I	II	III
Ocasional	I	II	III	III
Remoto	II	III	I	IV
Improbable	III	III	IV	IV
Increíble	IV	IV	IV	IV

Donde:

Clase I: Inaceptable en cualquier circunstancia

Clase II: Indeseable. Tolerable sólo si la reducción del riesgo es impracticable o si los costos son desproporcionados con la mejora obtenida

Clase III: Tolerable si el costo de la reducción del riesgo supera la mejora

Clase IV: Aceptable tal como está, aunque puede que tenga que ser monitoreado

La misma norma IEC 61508 proporciona los niveles de integridad de seguridad (Safety Integrity Level SIL), y propone un objetivo SIL a alcanzar en relación con el desarrollo de un proceso o sistema. Una evaluación de riesgos produce un objetivo SIL, que se convierte así en un requisito para el proyecto final. El objetivo SIL, advierte si la validación realizada al sistema señala que el sistema final requiere un nuevo SIL.

El significado del SIL varía dependiendo de que el sistema funcional esté expuesto a niveles altos o bajos de demanda:

Para sistemas que funcionan continuamente (modo continuo) representan la alta demanda y el SIL especificará una frecuencia permisible de fallo peligroso.

Para los sistemas que funcionan intermitentemente y como máximo una vez al año (modo de baja demanda), el SIL especifica una probabilidad permisible de que el sistema falle en esa demanda.

Tabla 28. Valoración del SIL contra Alta y Baja demanda de acuerdo a IEC 61508

SIL	Baja demanda: Probabilidad de falla contra	Alta Demanda o modo continuo Probabilidad de falla peligrosa por
1	$\geq 10^{-2}$ a $< 10^{-1}$	$\geq 10^{-6}$ a $< 10^{-5}$
2	$\geq 10^{-3}$ a $< 10^{-2}$	$\geq 10^{-7}$ a $< 10^{-6}$
3	$\geq 10^{-4}$ a $< 10^{-3}$	$\geq 10^{-8}$ a $< 10^{-7}$
4	$\geq 10^{-5}$ a $< 10^{-4}$	$\geq 10^{-9}$ a $< 10^{-8}$

Lo anterior se ha diseñado para aplicación en elementos sistemas de seguridad de la industria eléctrica y electrónica y para referir criterios similares a la industria de procesos industriales, se deberán de tomar criterios diferentes.

Los niveles SIL en la industria de los procesos comúnmente usados son:

Tabla 29. Niveles SIL en la industria de proceso

SIL	RRF (Risk Reduction Factor)	PFDavg (1 / RRF)	Safety Availability (1 – PFDavg)
1	10 to 100	10^{-1} to 10^{-2}	90-99%
2	100 to 1,000	10^{-2} to 10^{-3}	99-99.9%
3	1,000 to 10,000	10^{-3} to 10^{-4}	99.9-99.99%
4	10,000 to 100,000	10^{-4} to 10^{-5}	99.99-99.999%

Fuente: Congreso de seguridad y salud en el trabajo ACHS

Podemos concluir que un SIL (Safety Integrity Level) es un análisis para la integridad de la seguridad de un proceso y se basa en el término de riesgo aceptable, y hace que un riesgo se cubra con diferentes salvaguardas y que a las funciones instrumentadas de seguridad se les asigne un nivel de fiabilidad o Nivel SIL.

El SIL se rige por normativa internacional de no obligado cumplimiento (IEC- 61508/61511, ANSI-ISA 84.00).

El nivel del SIL se puede determinar por matrices de riesgo, gráficas de riesgo y análisis LOPA.

El nivel SIL no identifica riesgos, solo los evalúa.

Contempla toda la vida de una función instrumentada de seguridad (diseño, implementación, mantenimiento, etc.)

Información requerida por LOPA

La relación entre los datos requeridos para el LOPA y los datos desarrollados durante el estudio HAZOP se presenta en la siguiente figura:

INFORMACION REQUERIDA PARA EL ANALISIS LOPA	INFORMACION RESULTANTE DEL HAZOP
Impacto d eventos	CONSECUENCIAS
Nivel de severidad	Severidad de las consecuencias
Evento iniciante	Causa
Probabilidad del evento iniciante	Frecuencia de la causa
Capas de protección	Salvaguardias existentes
Requerimientos de mitigación adicional	Recomendaciones de nuevas salvaguardias

Las Capas de Protección

Cualquier instalación debe ser segura desde su concepción y cada modificación que esta sufra, deberá considerarse en el diseño del proceso la eliminación de riesgos de forma inherente.

Los sistemas básicos de control de proceso son el primer nivel de protección, los cuales deberán mantener el proceso en los niveles de operación de diseño. Como ejemplo se pueden citar los dispositivos de alarma por alto nivel, alta presión, etc., con todos aquellos instrumentos que, de forma automatizada, mantienen dentro de rango el proceso. El principal enemigo de estos sistemas es el error humano, cuando se inhiben, cuando no se les da el mantenimiento, cuando se estropean y no se remplazan y cuando no se da aviso de la falta de calibración.

Las alarmas críticas de proceso son el segundo nivel de protección durante la operación, las alarmas son activadas por señales que emiten los sistemas básicos de control de proceso; para que éstos puedan brindar la protección esperada, tienen que ser acompañados por la acción de equipos auxiliares para mitigar el efecto, es decir, que en caso por ejemplo de alto nivel, las válvulas de corte entrarán en operación para evitar el derrame de algún hidrocarburo. Para completar esta capa hace falta la presencia del operador, es muy común que para restablecer un equipo que alarmó y actuó, se requiera que el operador vaya al sitio a restablecer. Esto obliga al personal a salir de un cuarto de control para ver qué fue lo que sucedió. Como complemento están los procedimientos para operar y para restablecer los sistemas.

En caso de que el proceso llegue a niveles extremos, la función instrumentada de seguridad llevará al proceso a un estado seguro. Estos sistemas son independientes de los sistemas básicos de control de proceso, lo conforman equipos y sistemas independientes, que muy a menudo son redundantes en dos o en tres fases. Un ejemplo es el sistema de paro por emergencia que lleva ala instalación a un estado seguro con el cierre de las entradas y salidas, y que además realiza tareas adicionales en el proceso que demandan la normalidad del proceso.

Los equipos y sistemas de protección pasiva son también independientes de otras capas y dan una protección adicional. Son capaces de actuar para mitigar fuego, gas tóxico o combustible, entre otros, y mitigan tempranamente las consecuencias de eventos repentinos. En la mayoría de los casos actúan antes de que el operador se dé cuenta. Típicamente son diques, muros contra incendio, sistemas de drenajes, sistemas contra incendio, detección de gas, supresión de fuego, etc.

Cuando todos los anteriores dispositivos fallan, se debe contar con un plan de respuestas a emergencias, en el cual se deberán considerar los sistemas de protección pasiva para que sean actuados por los brigadistas de forma manual, y así, hasta la evacuación de la planta. Contempla los escenarios y las formas en que se deberá actuar para preservar la vida y la integridad de las personas que se encuentran dentro de una instalación.

Por último, si el centro de trabajo se encuentra aledaño a una comunidad se deberán involucrar las personas ajenas a la planta dentro del plan de respuesta comunitaria a emergencias, si es que el siniestro sale de control.

Cada capa de protección consiste de un grupo de equipos y/o controles administrativos que funcionan en conjunto con otras capas.

Las capas de protección que ejecutan su función con un alto grado de confiabilidad pueden calificar como capas independientes de protección

Figura 21. Capas de protección “LOPA”



IEC 61511: SIS safety lifecycle – Etapa 2

Por lo tanto, el SIL es simplemente un factor de reducción del riesgo que aplica a un peligro determinado y es necesario conocer:

El riesgo asociado al peligro, la reducción del riesgo por otras medidas (no instrumentadas) y el riesgo tolerable u “objetivo”.

Para que las medidas de seguridad o salvaguardas alcancen a ser capas independientes de protección pueden citarse las siguientes:

- Pertenecer al sistema de control de proceso
- Alarmas y acciones de operarios
- Barreras de contención
- Barreras activas:
 - eventos de seguridad,
 - sensores de mezclas inflamables
 - sprinklers, cortinas de agua, diluvio...
- Puede que no todas estas capas sean capas de protección independientes

(Toda capa independiente de protección es salvaguarda en un Hazop, pero no toda salvaguarda del Hazop es capa independiente de protección).

Para que una salvaguarda sea capa independiente de protección, debe cumplir:

- Ser específica, diseñada para evitar o atenuar las consecuencias de un evento potencialmente peligroso.

- Ser independiente del evento iniciador y del resto de las capas independientes de protección
- Ser efectivas, previniendo las consecuencias para las que ha sido diseñada
- Auditables

Análisis de Capas de Protección LOPA

Como se ha mencionado, LOPA es una herramienta semicuantitativa para analizar y evaluar el riesgo. Es decir, es una forma simplificada de evaluar el riesgo, que se construye típicamente sobre la información desarrollada durante una evaluación cualitativa del peligro o también puede ser utilizado para analizar escenarios que se originan de cualquier fuente, incluyendo análisis de una opción de diseño e investigación de incidentes.

Para desarrollar los escenarios mediante LOPA, se debe establecer tan solo un par evento iniciante – consecuencia, y se realiza la estimación de esta consecuencia, generalmente por juicios cualitativos de personas con la suficiente experiencia en el tema o por medio de simuladores que proporcionen radios de afectación. Luego se evalúa si las salvaguardas presentes pueden ser consideradas como Capas Independientes de Protección (IPLs).

Dado que, una salvaguarda es cualquier dispositivo, sistema, o acción que podría llegar a interrumpir la cadena de eventos seguidos a un evento iniciante, éstas pueden ser consideradas como IPLs sí y solo sí, cumplen con determinados requisitos tales como, efectividad en prevenir la consecuencia, respecto al diseño y detección de la condición ante la que se requiere actuar, independencia del evento iniciante u otra IPL, y auditoría, en lo concerniente al mantenimiento y funcionalidad de las mismas. Con base en estas condiciones se puede determinar la frecuencia del escenario para finalmente estimar y evaluar el riesgo.

De esta manera, LOPA proporciona una base consecuente para juzgar si hay suficiente IPLs, para controlar el riesgo de un accidente para un escenario dado. Si el riesgo estimado de un escenario no es aceptable, se pueden agregar IPLs adicionales.

Metodología para la evaluación del riesgo mediante LOPA

La metodología utilizada en este estudio para la estimación y evaluación del riesgo de incendio y explosión del almacenamiento de hidrocarburos en una terminal de tanques, por capas de protección sigue los pasos de la siguiente figura:

IV.4.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

La identificación de los peligros se efectúa mediante un análisis simple de eventos sucedidos en la industria que han ocasionado siniestros en el mundo. Las fuentes de información utilizadas fueron:

- U.S. Chemical safety and hazard investigation board en su informe No. 2003-15-D Una amplia gama de equipos de proceso incluyendo recipientes de reacción, tanques de almacenamiento, equipos de separación y equipos de transferencia. El equipo de almacenamiento y proceso (excluyendo los reactores de reacción

química) representa más del 65 por ciento del equipo involucrado; los equipos en buques representan sólo el 25 por ciento.

Análisis histórico de accidentes y explosiones

Las bases de datos de accidentes industriales más conocidas que pueden ser consultados son: MHIDAS, FACTS, SONATA y MARS, que se nutren de diferentes fuentes de información, principalmente extraídas de revistas especializadas. Para realizar el análisis histórico se eligió la base de datos MHIDAS. Esta elección ha estado fundamentada en que los contenidos en dicha base de datos son más completos que en las otras, lo que permite una rápida consulta en la fase inicial del análisis.

La Base de Datos MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) ha sido desarrollada y gestionada por el SRD (Safety and Reliability Directorate) que pertenece al AEA Technology Inc., en representación del Major Hazards Assessment Unit del United Kingdom Health and Safety Executive. El sistema, que en la actualidad recoge más de 11.000 registros de accidentes (versión Octubre 2003).

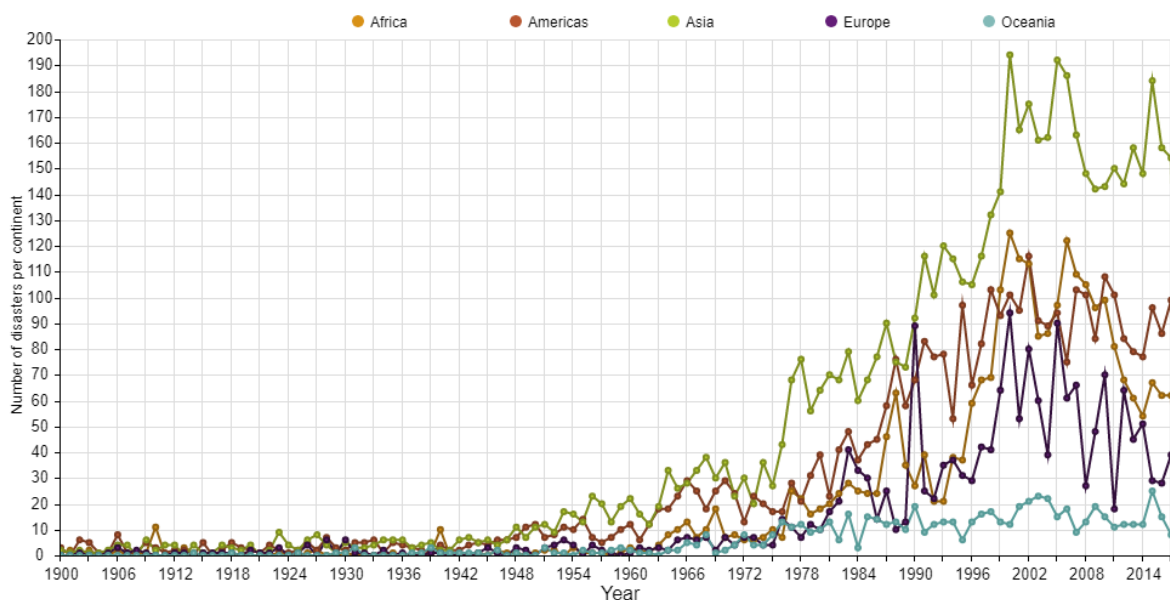
Las consultas sobre estas fuentes de información expresan que los principales riesgos en un parque de almacenamiento y distribución de gasolinas, cae en fugas en los tanques, en líneas de proceso y en el proceso de transferencia, siendo originadas éstas por sobrellenado, falla mecánica, fallas humanas y fallas en instrumentación.

En el inciso IV.3. Antecedentes de Accidentes e Incidentes de Proyectos e Instalaciones similares se efectuó el análisis histórico

IV.4.1.2 EVENTO INICIANTE Y SU FRECUENCIA

Para poder responder esta incógnita es necesario remitirse a las estadísticas de registros de siniestros ocurridos en el tiempo en donde se hayan identificado estos dos elementos. La tendencia o sesgo que manifiestan la ocurrencia de accidentes permite la ubicación de una frecuencia.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”



Source: EM-DAT: The Emergency Events Database - Université catholique de Louvain (UCL) - CRED, D. Guha-Sapir - www.emdat.be, Brussels, Belgium

La tendencia observada en este gráfico se debe a diferentes factores: por un lado, el acceso a la información sobre los accidentes ha mejorado gradualmente a lo largo del tiempo; por otra parte, la industria química ha sufrido una expansión continua: un proceso cada vez más amplio de plantas y áreas de almacenamiento. El pico de accidentes se alcanza en los años 2000, donde tanto el mejor acceso a los datos de incidentes y la gran expansión de las plantas químicas, situación problemática del efecto dominó. Más tarde, en las dos últimas décadas, la mejora en la seguridad, el desarrollo de técnicas de análisis de riesgos y el de directivas y reglamentos más restrictivos condujo a una disminución del número de accidentes con este fenómeno.

Como se puede observar en el gráfico anterior a mayoría de los accidentes a ocurrido en el continente asiático, debido al gran crecimiento industrial que ha tenido este continente

Más del 80% de los accidentes ocurrieron en los países más desarrollados. Debido a la masiva presencia de enormes plantas y consecuentemente un transporte y almacenaje importante entre estos países, explica la cantidad de los resultados.

Principales causas

Con referencia a las causas más frecuentes en un accidente de dominó, los eventos externos y mecánicos han sido más del 61%. El error humano es la causa de 21% de los accidentes ocurridos. Los eventos externos son algo impredecibles, pero la significativa cifra de los errores humanos sugiere que la formación de profesionales debe ser mejorada.

A continuación se describe las principales causas de un incidente

SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN EL INCIDENTE

Registro de sustancias conocido	Nº registros	% sobre total
	2844	97,87

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Registro de sustancias		62	2,13
	TOTAL	2906	100,00
Nombre de la sustancia		Nº registros	% sobre total conocido
Petróleo		438	15,40
Gas Natural		321	11,29
Explosivos		289	10,16
Disolventes		166	5,84
LPG		118	4,15
Gasolina		113	3,97
Propano		98	3,45
Polvo combustible		62	2,18
Etileno		53	1,
Hidrógeno		49	1,72
Amoníaco		49	1,
Butano		44	1,
Nafta		41	1,
Óxido de etileno		38	1,
Queroseno		19	0,
Acetileno		18	0,63
Propileno		17	0,60
Metanol		16	0,
Nitroglicerina		12	0,
Gasóleo		11	0,39
Otras sustancias		872	30,66
	TOTAL	2844	100,00

La principal sustancia involucrada en explosiones con un 15,4% del total de registros conocidos es el petróleo (crudo) y sus derivados de menos importancia. Cabe destacar que una gran parte de las sustancias arriba reflejadas (gasolina, gasóleo, LPG, etc.) también son derivados del petróleo. No obstante, se han considerado a parte debido a su importancia y también a su peligrosidad intrínseca. Las siguientes sustancias, por importancia, son el Gas Natural, los explosivos, los disolventes y el LPG.

En un mismo incidente, se pueden registrar más de una sustancia. Esto puede ser debido a que una sustancia puede ser la iniciadora de la explosión, mientras que otra/s que estén registradas en el mismo incidente participen por causas secundarias (proximidad, formar parte del mismo proceso, etc.)

ORÍGEN GENERAL DEL INCIDENTE

		Nº registros	% sobre total
Origen general conocido		2849	98,04
Origen general desconocido		57	1,96
	TOTAL	2906	100,00
Planta de proceso		953	33,45
Transporte		745	26,15
Planta de almacenamiento		527	18,50
Doméstico/Comercial		302	10,60
Carga/Descarga		210	7,37

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Almacén de productos		76	2,67
Almacén de residuos		36	1,26
	TOTAL	2849	100,00

Aquellos registros que no se especifica su origen abarcan un 2%, aproximadamente, frente al 98% de registros con origen conocido.

En la tabla se muestra como el origen general principal de los incidentes explosión son las plantas de proceso y el transporte de estas sustancias. Entre este par de orígenes se acumula casi un 60%, aproximadamente, de los registros de incidentes. Le sigue, con un 18,5%, la planta de almacenamiento. Estos tres orígenes acumulan alrededor de un 80%. Es bueno resaltar que existen un número de explosiones en doméstico/comercial superior al proceso de carga/descarga

Origen específico Planta de Proceso

A continuación, se pasan a analizar los orígenes específicos de los incidentes que tengan una descripción específica. Únicamente van a analizarse aquellos orígenes específicos asociados a la industria química (queda exento el análisis de doméstico/comercial).

Dichos orígenes constituyen un 33,5% de las explosiones. Por ello, es bueno analizar específicamente sus orígenes. A continuación, se muestra una tabla donde se resumen los datos estadísticos estudiados

ORIGEN ESPECÍFICO EN PLANTA DE PROCESO

Origen general		Nº registros	% sobre total
No existe origen específico		349	36,62
Depósito de proceso		206	21,62
Reactor		114	11,96
Tubería de proceso		94	9,86
Equipos de proceso con llama		39	4,09
Bombas/Compresores		39	4,09
Contenedores de transporte		32	3,36
Intercambiadores de calor		31	3,25
Depósito de almacenamiento		22	2,31
Equipo para la reducción		9	0,94
Transporte de sólidos		6	0,63
Depósito comercial pequeño		3	0,31
Maquinaria de transmisión		3	0,31
Tubería exterior		2	0,21
Barcaza		1	0,10
Almacenamiento de sólidos		1	0,10
Subestación		1	0,10
Tanque contenedor		1	0,10
	TOTAL	953	100,00

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

El análisis de los orígenes específicos para Planta de Proceso muestra que un 36,6% de los incidentes que tienen como origen Planta de Proceso no se sabe el origen específico de la explosión. En los registros que sí se conoce predomina la explosión de un depósito de proceso con un 21,6%, la explosión de un reactor y de una tubería de proceso con un 12% y un 9,9% respectivamente. El resto de orígenes específicos para Planta de Proceso están repartidos entre bombas (4,1%), contenedores de transporte portátiles (3,4%), intercambiadores de calor (3,3%), depósito de almacenamiento (2,3%), el equipo para reducción (0,9%), transporte de sólidos (0,6%), depósito comercial pequeño (0,3%), maquinaria de transmisión (0,3%), tubería exterior (0,2%), barcaza (0,1%), almacenamiento de sólidos (0,1%), subestación (0,1%) y tanque contenedor (0,1%).

ORIGEN ESPECÍFICO EN TRANSPORTE		
Origen específico	Nº registros	% sobre total
No existe origen específico	11	1,48
Tubería exterior	320	42,95
Cisterna para ferrocarril	123	16,51
Barco	110	14,77
Cisterna para carretera	98	13,15
Contenedores de transporte portátiles	57	7,65
Barcaza	20	2,68
Tanque contenedor	2	0,27
Depósito de almacenamiento	1	0,13
Tubería de proceso	1	0,13
Depósito de proceso	1	0,13
Bombas/Compresores	1	0,13
TOTAL	745	100,00

En los incidentes predominan las explosiones de tubería exterior (43%), cisterna para ferrocarril (16,5%), barco (14,8%) y cisterna para carretera (13,2%). Éstos van seguidos, contenedores portátiles (7,7%), barcaza (2,7%), entre otros hasta llegar al 100%.

ORIGEN ESPECÍFICO EN PLANTA DE ALMACENAMIENTO

ORIGEN ESPECÍFICO EN PLANTA DE ALMACENAMIENTO		
Origen específico	Nº registros	% sobre total
No existe origen específico	6	13,09
Depósito de almacenamiento	2	40,42
Contenedores de transporte portátiles	110	20,87
Depósito de proceso	6	12,33
Almacenamiento de sólidos	3	5,
Tubería de proceso	11	2,09
Tanque contenedor	6	1,14
Cisterna para ferrocarril	5	0,95
Cisterna para carretera	3	0,
Barco	3	0,
Transporte de sólidos	3	0,57
Depósito comercial pequeño	2	0,38
Tubería exterior	2	0,38
Reactor	2	0,38
Mangueras	1	0,19

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Maquinaria de transmisión	1	0,19
Bombas/Compresores	1	0,
TOTAL	527	100,00

En las plantas de almacenamiento destaca la explosión de los depósitos de almacenamiento con un 40,4% y de los contenedores de transporte portátiles (GRG) con un 21% aproximadamente.

Origen específico en Carga/Descarga

A continuación se muestra una tabla resumen de los datos estadísticos:

ORIGEN ESPECÍFICO EN CARGA/DESCARGA		
Origen específico	Nº registros	% sobre total
No existe origen específico	11	5,12
Barco	53	24,65
Cisterna para carretera	36	16,74
Contenedores de transporte portátiles	22	10,23
Tubería de proceso	18	8,37
Mangueras	15	6,98
Barcaza	13	6,05
Depósito de proceso	13	6,05
Depósito de almacenamiento	12	5,58
Cisterna para ferrocarril	10	4,65
Tubería exterior	6	2,79
Transporte de sólidos	2	0,93
Depósito comercial pequeño	1	0,47
Equipos de proceso con llama	1	0,47
Bombas/Compresores	1	0,47
Almacenamiento de sólidos	1	0,47
TOTAL	215	100,00

Entre barco, cisterna para carretera y contenedores portátiles se agrupan los principales orígenes específicos con un 50%, aproximadamente

Causas generales del incidente

Un incidente puede llevar asociado más de una causa general, por ello un mismo registro puede, a su vez, estar incluido en más de una causa diferente.

Por tanto, para analizar el campo de causas generales, se ha tomado cada una de las causas generales y se ha efectuado un recuento del número de registros en los que por lo menos aparece la causa en cuestión.

A continuación, se incluye una tabla de valores obtenidos con el criterio anteriormente descrito:

CAUSAS GENERALES DEL INCIDENTE			
Causas externas		Nº registros 1849	% sobre total conocido 25,92

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Factor humano		1794	25.15
Fallo mecánico		1731	24.26
Fallo por impacto		964	13.51
Reacción Violenta		501	7.02
Fallo de instrumentación		241	3.38
Fallo de servicios		54	0.76
Variación condiciones		0	0.00
	TOTAL	7134	100.00

Se puede observar, del análisis, que las causas que más habitualmente se dan son: causas externas (26%) debidos a un suceso externo (un rayo, un incendio exterior, etc.), las causas por factor humano (25%), las causas por fallo mecánico (24%) y finalmente las causas por impacto con un (13%). Entre estas cuatro causas se suma un 88%, aproximadamente, del total de causas conocidas. Eso representa que acotando y trabajando en la prevención de dichas causas generales se puede llegar a prevenir de una manera correcta una explosión.

Hay que resaltar que no se ha registrado ninguna causa de una explosión debida a la variación de las condiciones de proceso.

Causas específicas del incidente

A continuación, se pasa a analizar las causas específicas de los incidentes para aquellos registros que las tengan. Cabe destacar que en este caso cada causa genérica tiene sus causas específicas, es decir, las causas generales no comparten causas específicas.

Causas específicas externas

CAUSAS ESPECÍFICAS EXTERNAS		
Causa específica	Nº registros	% sobre total
Terremoto	306	16,55
Explosión exterior	236	12,76
Sabotaje	213	11,52
Rayo	202	10,
Temperaturas extremas	200	10,
Incendio exterior	189	10,22
Inundación	172	9,30
Viento huracanado	168	9,09
Fallo del terreno	163	8,82
	TOTAL	1849
		100,00

Del análisis se puede observar lo repartidas que están las causas específicas externas. Salvo la causa por terremoto (16%), por explosión exterior (13%) y por sabotaje (12%) todas las demás causas específicas tienen alrededor de un 10%.

CAUSAS ESPECÍFICAS POR FACTOR HUMANO			
Causa específica		Nº registros	% sobre total

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

De tipo gerencial		208	11,59
Venteo accidental		196	10,93
de Conexión		147	8,19
de Comunicación		136	7,58
Sobrellenado		136	7,58
de Procedimiento		131	7,30
Genérico operacional		130	7,25
Asociado mantenimiento		129	7,19
Error de construcción		126	7,02
Cierre o desconexión		124	6,91
Drenaje accidental		121	6,74
Error de montaje		112	6,24
Error de diseño		98	5,4
	TOTAL	1794	100,00

Las causas específicas por error humano más registradas son: las de tipo gerencial con un 12%, venteo accidental con un 11% y de conexión, de comunicación y de sobrellenado con un 8%. Una gran parte de éstas podrían ser debidas a “despiste” del operario o a una mala gestión/organización por parte del jefe de planta, como se ve en las de tipo gerencial.

CAUSAS ESPECÍFICAS FALLO POR IMPACTO			
Causa específica		Nº registros	% sobre total
de un objeto pesado		185	19,19
de grúa		166	17,22
de un vehículo vía férrea		118	12,24
de equipo excavación		108	11,20
barcos con tierra		103	10,68
de vehículo en carretera		99	10,27
entre barcos		98	10,17
de un vehículo		87	9,02
	TOTAL	964	100,00

Dentro de las causas por impacto sobresalen los impactos de un objeto pesado (20%) y los de grúa (17%). Las demás causas por impacto tienen un mismo peso alrededor del 10%.

CAUSAS ESPECÍFICAS DE FALLO DE INSTRUMENTACIÓN		
Causa específica	Nº registros	% sobre total
de un sistema de bloqueo	68	28,22
de un controlador	56	23,24
de una alarma	43	17,84
de un indicador	40	16,60

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

de un sistema de control	34	14,11
TOTAL	241	100.00

Se puede observar como los fallos de los sistemas de bloqueo (28%) son las causas específicas principales seguidas por los fallos por controlador (23%) y los fallos del sistema de alarma (18%).

Causas específicas de fallo mecánico

CAUSAS ESPECÍFICAS DE FALLO MECÁNICO			
Causa específica		Nº registros	% sobre total
Fragilización material		200	11,55
Por fatiga		173	9,99
Pérdidas prensaestopas		128	7,39
Por sobrepresión		124	7,16
Por pérdidas válvula		123	7,11
Por sobrecarga		122	7,05
Por pérdidas en juntas o bridas		113	6,53
Por otros fallos metalúrgicos		113	6,53
Por corrosión		112	6,47
Incompatibilidad materiales		110	6,35
Por fallo válvula seguridad		108	6,24
Fallo manquera		105	6,07
Por recalentamiento		100	5,78
Por fallo soldadura		100	5,78
	TOTAL	1731	100,00

Aunque los fallos mecánicos están bastante equilibrados, alrededor del 7%, se puede observar como la fragilización del material y la fatiga de éste son las principales causas específicas por fallo mecánico.

Causas específicas de fallo por servicios generales

CAUSAS ESPECÍFICAS DE FALLO POR SERVICIOS			
Causa específica		Nº registros	% sobre total
Aire comprimido		15	27,78
Electricidad		12	22,22
Gas		12	22,22
Agua		8	14,81
Aire de instrumentos		4	7,41
Vapor		3	5,56
	TOTAL	54	100,00

Dentro de las causas específicas por fallo de servicios, sobresalen el fallo de servicio por: aire comprimido (28%), electricidad (22%) y gas (22%).

Causas específicas de fallo por reacción violenta

CAUSAS ESPECÍFICAS DE FALLO POR REACCIÓN VIOLENTA		
Causa específica	N° registros	% sobre total
Reacción fuera	197	39,32
Explosión confinada	181	36,13
Combustión interna	123	24,55
TOTAL	501	100,00

Las causas específicas por reacción violenta están bastante equilibradas. Sin embargo, destaca el ‘runaway’ o reacción fuera de control con un 40% de los registros aproximadamente. A continuación, la sigue de cerca la explosión confinada con un 36%. Cantidad de sustancia

A continuación, se muestra una tabla que resume el análisis de los accidentes por cantidades de sustancia:

CANTIDAD DE SUSTANCIA INVOLUCRADA

	N° registros	% sobre total
Cantidad de sustancia conocida	4	15,28
Cantidad de sustancia desconocida	2462	84,72
TOTAL	2906	100,00
	N° registros	% sobre total conocido
Entre 0 y 1 tonelada		
Entre 1 y 2 toneladas	53	11,94
Entre 2 y 30 toneladas	11	25,6
>30 toneladas	226	50,90
TOTAL	44	100,0

Se puede observar que los incidentes con una cantidad de sustancia desconocida son un 85%, mientras que los conocidos son tan sólo el 15%, aproximadamente. De éstos, la cantidad de sustancia involucrada está por encima de 30 toneladas en un 50% de los casos, un 25% de los casos se tiene una cantidad de sustancia entre 2 y 30 toneladas, un 12% de los registros entre cantidades de 1 y 2 toneladas y por último otro 12% para cantidades menores de 1 tonelada.

Daños económicos provocados por el accidente

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Para el análisis de los registros se ha agrupado los daños en dólares americanos en intervalos de miles, diez mil, etc. La siguiente tabla nos muestra el análisis estadístico de daños económicos:

DAÑOS ECONÓMICOS DEL INCIDENTE

		Nº registros	% sobre total
Daños conocidos		473	16,28
Daños desconocidos		2433	83,72
	TOTAL	2906	100,00
No hay daños económicos			
Entre \$1 y \$1000		0	0
Entre \$1000 y \$10000		6	1,27
Entre \$10000 y \$100000		24	5,07
Entre \$100000 y \$1M		155	32,77
Entre \$1M y \$10M		195	41,23
Entre \$10M y \$100M		82	17,34
Entre \$100 y \$400\$		11	2,33
	TOTAL	473	100,00

Como se puede observar existe un porcentaje muy pequeño de registros de los cuales se conoce el daño económico. Tan sólo el 16% es conocido. Esto nos da una idea de lo difícil que es cuantificar un incidente, explosión, económicamente. Además, los dólares de hace unos años atrás no valen lo mismo que los actuales debido a que el precio del dinero ha cambiado (inflación). La Base de Datos MHIDAS no da información al respecto. No obstante, sí se puede ver que la mayoría de los incidentes se encuentran entre 100000 dólares y 10 millones de dólares.

Población afectada por el incidente

Se ha efectuado un análisis para el campo de población afectada. Para ello, se ha de tener en cuenta tanto los muertos o los heridos que ha tenido un incidente. Primeramente se ha estudiado cuantos incidentes han tenido muertos o heridos conocido (>0), recordando que basta con que uno de los dos valores (muertos o heridos) sea mayor que 0 para que se considere como un incidente con daños a personas. Por el contrario, un incidente se considera sin muertos ni heridos cuando ambos valores son conocidos e iguales a 0. A continuación, se muestra una tabla resumen que contempla este hecho:

MUERTOS PROVOCADOS POR EL INCIDENTE

		Nº registros	% sobre total
Número de muertos conocido		1481	50,97
Número de muertos		1425	49,03
	TOTAL	2906	100,00

		Nº registros	% sobre total conocido
No hay muertos (0)		185	12,49

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
"TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO"

Entre 1 y 10 muertos		1044	70,49
Entre 11 y 100 muertos		224	15,12
Más de 101 muertos		28	1,89
	TOTAL	1481	100,00

Se observa como en un gran número de incidentes (70%) el número de muertos está entre 1 y 10. Eso puede significar que las pequeñas explosiones, es decir, explosiones que afecten al lugar de trabajo pero no se extiendan más allá de éste (explosiones muy localizadas), son mucho más frecuentes que las explosiones que afectan a más de un sitio de trabajo (afectan a otras instalaciones de la instalación). Esto nos da una idea de que realizando la prevención y protección de atmósferas explosivas que afecten al lugar de trabajo puede hacer disminuir el número de población afectada, lo que se traduce en menos muertos.

Fuente de ignición

A continuación se muestra una tabla que resume el presente campo de estudio:

		Nº registros	% sobre total
Fuente de ignición		475	16,35
Fuente de ignición		2431	83,65
	TOTAL	2906	100,00
		Nº registros	% sobre total conocido
Chispas eléctricas		166	34.95
Llama libre		125	26.32
Superficies calientes		83	17.47
Autoignición		58	12.21
Chispas por rozamiento		43	9.05
	TOTAL	475	100

Se observar como las principales fuentes de ignición con un 60% son las chispas eléctricas (36%) y las llamas libres (26%). Cabe destacar que las chispas mecánicas por rozamiento o fricción son las menos contabilizadas con un 9%. Posiblemente, esto sea debido a que es bastante difícil después de una explosión detectar la fuente de ignición que la ha ocasionado

FUENTES DE IGNICIÓN SIN CLASIFICAR		
Causa específica	Nº registros	% sobre total
Chispa eléctrica	88	18,
Llama	84	17,
Autoignición	58	12,
Superficies calientes	47	9,
Chispas fricción	34	7,
de vehículo	28	5,
estática	27	5,
Por incandescencia	18	3,
de caldera	14	2,
de motores eléctricos	14	2,

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

de antorcha	12	2,
de horno	10	2,
Cigarrillos	6	1,
Por fricción superficies	6	1,
de instrumentación	6	1,
de herramienta	5	1,
emisiones calientes	5	1,
de maquinaria	4	0,
Doméstica	3	0,
de estufa	3	0,
de cerilla	2	0,
de tubería de vapor	1	0,
TOTAL	475	100,00

Es importante poner especial atención a la seguridad en las áreas de almacenamiento, transporte y transferencia, ya que son los factibles iniciadores de un efecto dominó (operación de transferencia: carga/descarga de autos y carros tanques), son significativamente peligrosos, ya que originan más del 65% de los accidentes, ya que generalmente están ubicados cerca uno del otro.

Una vez analizados los orígenes de las causas principales de los accidentes industriales en parques de almacenamiento, es fácil prever que la fase de almacenamiento, el proceso de carga y descarga de los hidrocarburos y su transferencia serán los elementos iniciadores que considerar en este estudio.

De la información anterior, sustentada en base de datos reconocidas por su dimensión y suficiencia de investigación, podemos afirmar que los eventos iniciantes en un parque de almacenamiento y distribución de hidrocarburos, obedecen a sucesos relacionados con los elementos fundamentales de la instalación, conformada por tanques, tuberías y bombas y si relacionamos estos componentes con las actividades sustanciales: recibo, almacenamiento y salida, podemos articular los peligros esenciales a surgir.

De acuerdo con MHIDAS, el almacenamiento es el principal origen de eventos de riesgo y aunque parezca insólito el sobrecupo es la causa primordial, seguida de deterioros en los recipientes.

En segundo lugar, sobre esta misma fuente de encuesta está el proceso, lo que se refiere al recibo y la salida de productos.

Ambas actividades suman el 64% de los orígenes de accidentes.

No es complejo dilucidar que los escenarios que son obligados a considerar en un estudio de riesgo para un parque de almacenamiento que recibe, almacena y distribuye hidrocarburos, podrán ser:

- Derrame de un tanque
- Daño de un tanque
- Siniestro de una tubería o una bomba en el recibo
- Percance de un tubo en la entrada o salida de un tanque
- Estrago en la carga de equipos de salida de producto

IV.4.1.3 Jerarquización

Para la evaluación y jerarquización de Riesgos, los Regulados considerarán la información presentada para los Accidentes e Incidentes que fueron manifestados en el apartado 4.4.1, de la presente Guía, bases de datos propios o de bibliografía especializada, para definir los valores que se asignarán a la frecuencia (probabilidad) y consecuencia (severidad) de los Escenarios de Riesgo identificados, justificando la información presentada y/o indicando las fuentes o referencias bibliográficas; como ejemplo se muestran las siguientes tablas.

Clasificación de la frecuencia	Categoría	Descripción	Frecuencia
1	Extremadamente Raro	Evento que es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	1×10^5
2	Muy Raro	Ocorre solamente una vez en la vida útil de la planta.	1×10^5
3	Raro	Ocorre una vez en un período entre 5 y 10 años.	1×10^4
4	Poco Frecuente	Ocorre una vez en un período entre 3 y 5 años.	1×10^3
5	Frecuente	Ocorre una vez en un período entre 1 y 3 años.	1×10^2
6	Muy Frecuente	Ocorre una o más veces por año.	1×10^1

IV.4.1.4 DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DEL EVENTO INICIANTE

Partiendo de los escenarios dados como más factibles y de acuerdo con nuestra metodología aplicada de identificación del riesgo, se deberá de estimar un valor de probabilidad de ocurrencia que lleve a clasificar su incidencia, dado que eventos con probabilidades de remotas o inadmisibles no deberán de ser consideradas. Para lo cual se generarán árboles de falla.

La frecuencia de un evento es un proceso que no aplica para utilizar estadísticas o patrones de comportamiento, ya que ésta obedece a componentes diferentes y está influenciada por elementos singulares. El método más objetivo e imparcial es a través de un razonamiento lógico que asocie eventos autónomos contra supeditados o dependientes, como el FTA.

El método de análisis del "Árbol de Fallas" (FTA: Fault Tree Analysis) fue concebido y utilizado por vez primera en 1962, por H. A. Watson, de Bell Telephone Laboratories, en relación con un contrato de Air Force para evaluar las condiciones de seguridad de los sistemas de tiro de los misiles ICBM Minuteman.

A partir de ese momento, esta técnica de análisis de riesgos ha sido profusamente utilizada y perfeccionada por parte de instalaciones nucleares, aeronáuticas y espaciales, extendiéndose después su empleo para la evaluación de riesgos a las industrias electrónica, química, petroquímica, etc.

Se trata de un método deductivo de análisis que parte de la previa selección de un "suceso no deseado o evento que se pretende evitar", sea éste un accidente de gran magnitud (explosión, fuga, derrame, etc.) o sea un suceso de menor importancia (fallo de un sistema de cierre, etc.), para averiguar en ambos casos los orígenes de los mismos.

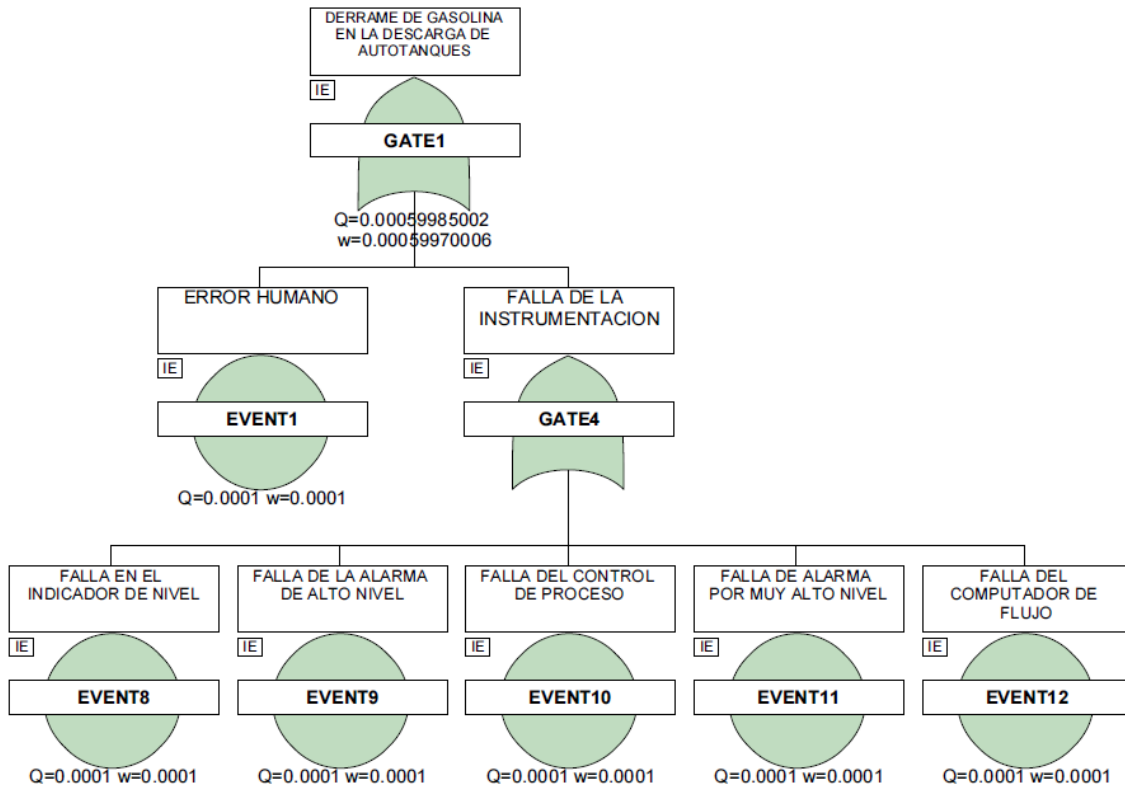
Seguidamente, de manera sistemática y lógica se representan las combinaciones de las situaciones que pueden dar lugar a la producción del "evento a evitar", conformando niveles sucesivos de tal manera que cada suceso esté generado a partir de sucesos del nivel inferior, siendo el nexo de unión entre niveles la existencia de "operadores o puertas lógicas". El árbol se desarrolla en sus distintas ramas hasta alcanzar una serie de "sucesos básicos", denominados así porque no precisan de otros anteriores a ellos para ser explicados. También alguna rama puede terminar por alcanzar un "suceso no desarrollado" en otros, sea por falta de información o por la poca utilidad de analizar las causas que lo producen.

Para el presente estudio se realiza un árbol de fallo para cada evento determinado como iniciador primario, buscando establecer el valor más acertado de probabilidad de ocurrencia

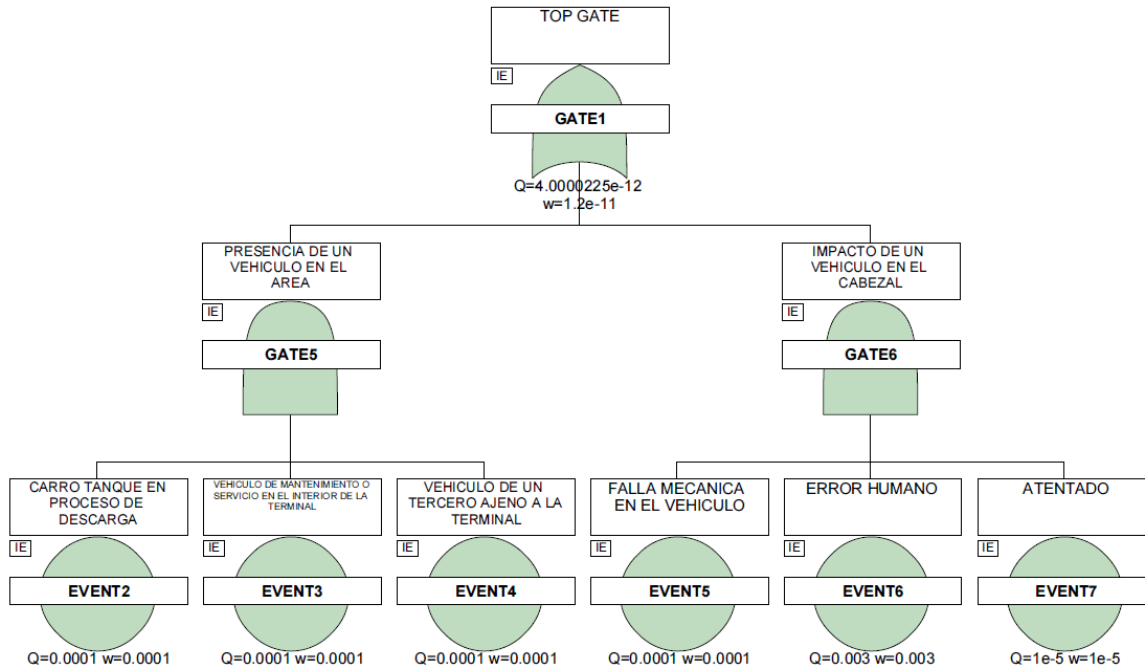
Los arboles de falla fueron elaborados por el software llama ITEM ToolKit. Artículo Módulo Fault Tree este programa puede proporcionar una probabilidad de falla útil y datos de fiabilidad del sistema con respecto a la probabilidad de una falla y los medios por que tal falla podría ocurrir.

EVENTO NO. 1 Sobrellenado de un tanque de almacenamiento durante la descarga de carros tanque, coincidiendo la falla de instrumentación, el yerro del sistema de control y el error humano, obteniendo un valor en el desarrollo del análisis de 5×10^{-4} , valor que incide en el rango de un suceso ocasional.

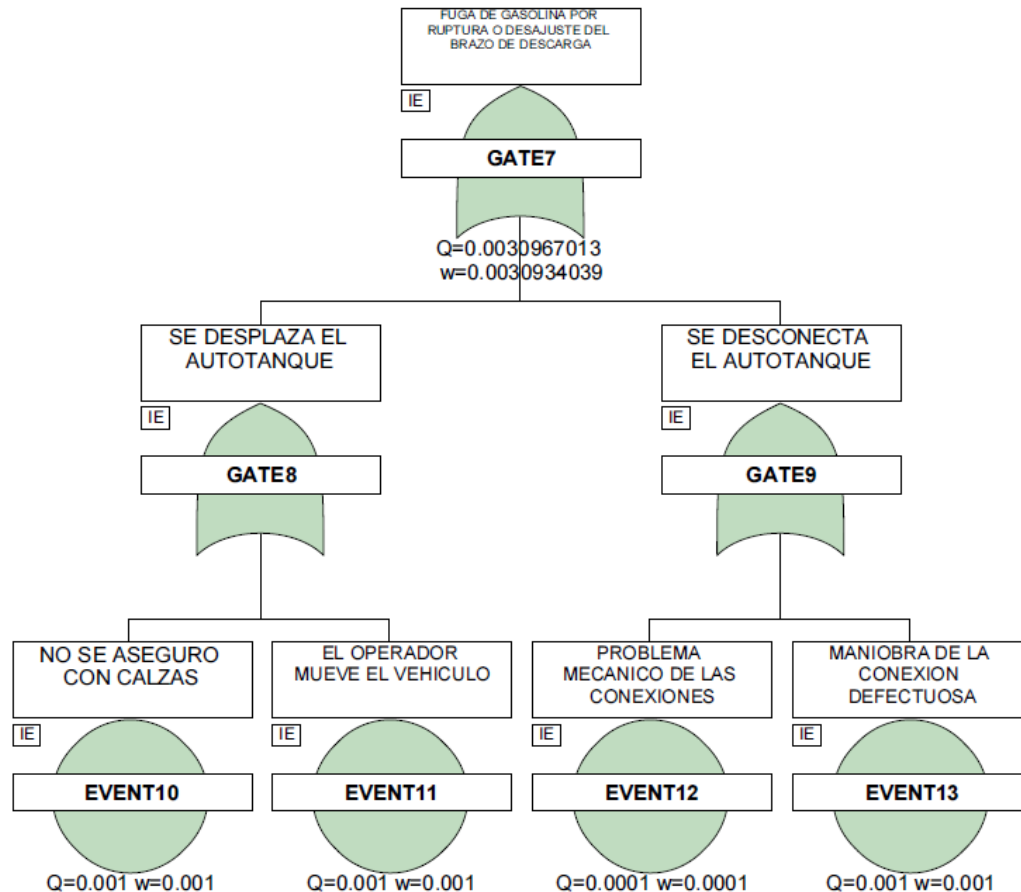
MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”



EVENTO NO. 2A Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba PU-02. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas (plano ATSI-441-16-100-DTI-004), con una velocidad de flujo de 2091 L/MIN. El incidente origina un derrame de 2091 en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.



EVENTO NO. 3A Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina asumiendo el movimiento del auto tanque su desconexión. Se desarrolla en la zona denominada "llenaderas", donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna.



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Una vez realizada la jerarquización de Riesgos, los Regulados listarán todos los Escenarios de Riesgo identificados para cada una de las Sustancias Peligrosas (Tóxicas, Inflamables y/o Explosivas) a manejar, ordenados de mayor a menor nivel de Riesgo, como ejemplo se indica la tabla 12.

Tabla 30. Escenarios de Riesgo identificados para cada una de las Sustancias Peligrosas

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo frecuencia por consecuencia)	Identificación del nodo o sistema	Instalación	Sustancia involucrada
1	1A	Sobrellenado de un tanque de almacenamiento durante la descarga de carros tanque, coincidiendo la falla de instrumentación, el yerro del sistema de control y el error humano, obteniendo un valor en el desarrollo del análisis de 5×10^{-4} , valor que incide en el rango de un suceso ocasional.	A	8.11	TANQUE	GASOLINA
2	2A	Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba PU-02. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas (plano ATSI-441-16-100-DTI-004), con una velocidad de flujo de 2091 L/MIN. El incidente origina un derrame de 2091 en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.	B	7.8	CABEZAL DE DESCARGA	GASOLINA
3	3A	Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina asumiendo el movimiento del auto tanque su	B	12.8	ZONA DE LLENADERAS	GASOLINA

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo frecuencia por consecuencia)	Identificación del nodo o sistema	Instalación	Sustancia involucrada
		desconexión. Se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna.				

IV.4.1.5 Análisis cuantitativo de Riesgo

Análisis detallado de frecuencias

Los Regulados realizarán un análisis detallado de frecuencias para aquellos Escenarios de Riesgo que se hayan identificado y ubicado en las regiones de Riesgo “no tolerable y/o ALARP”, dichos escenarios se tienen que derivar de la identificación de Peligros y jerarquización de Escenarios de Riesgo (análisis cualitativo de Riesgo). Al respecto, podrá utilizar Análisis árbol de Fallas y/o Análisis árbol de Eventos, u otra metodología que se considere pertinente y aplicable, de conformidad con las características del Proyecto y/o Instalación, en cualquier caso, deberá sustentar los criterios técnicos utilizados para la aplicación de la metodología utilizada. Asimismo, indicará las referencias bibliográficas o bases de datos utilizadas para la obtención de las frecuencias.

Análisis detallado de consecuencias

Los Regulados realizarán un análisis detallado de consecuencias para aquellos Escenarios de Riesgo que se hayan identificado y ubicado en las regiones de Riesgo “no tolerable y/o ALARP”, dichos escenarios se tienen que derivar de la identificación de Peligros y jerarquización de Riesgo (análisis cualitativo de Riesgo). La determinación de los radios potenciales de afectación se realizará mediante la aplicación de modelos matemáticos especializados, reconocidos y validados para Simulación de consecuencias, de preferencia con licencia, considerando los casos más probables y los Peores Casos, y posibles casos alternos.

Para cada una de las simulaciones desarrolladas, considerarán e indicarán los datos alimentados al programa de Simulación matemática (simulador de consecuencias), entre ellos:

Inventario (de acuerdo con el flujo de balance de materia y diámetro del orificio de fuga);
Tasas de descarga (en caso de que dicho dato sea alimentado manualmente);
Condiciones climáticas;
Estabilidad atmosférica;
Dimensiones del equipo o tubería;
Propiedades de la sustancia, incluyendo la composición molar o fracción masa;
Diámetros de fuga o ruptura considerados;
Dirección de la fuga;
Tiempos de duración de la fuga, y

Condiciones de operación, entre otros.

Es necesario que los Regulados presenten la memoria de cálculo para determinar el inventario y la tasa de descarga, así como los criterios técnicos considerados para determinar cada uno de los datos alimentados al simulador, particularmente los tiempos de duración de la descarga y los diámetros del orificio, siendo congruente con la información solicitada en los numerales 4.1, 4.2 y 4.3 de la presente Guía. El tiempo de descarga considerado debe ser consistente con los tiempos de respuesta y atención de emergencias en caso de fuga de Sustancias Peligrosas, considerando la ubicación de las brigadas de atención respecto al punto de ocurrencia del evento y los tiempos para la colocación de los equipos de protección. Para sustancias tóxicas e inflamables, considerará por separado la determinación de nube tóxica y radiación térmica, es decir, la pérdida de contención sin ignición, y pérdida de contención con ignición.

Los datos empleados para la determinación del inventario y la tasa de descarga se integrarán mediante una tabla, como ejemplo se indica la tabla 31.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Tabla 31. Datos para el inventario y la tasa de descarga

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (pulgadas)		Flujo Vol. (5)	Flujo másico (6)	Presión (7)	Temperatura (8)	Duración fuga (9)	Inventario (10)	Tasa de descarga (11)
	Clave (1)	Descripción (2)	Línea/ Equipo (3)	Fuga (4)	MDBP o MMPCSD	kg/h	kg/cm2	°C	min	kg o m3	kg/h
PC	1A	Sobrellenado de un tanque de almacenamiento durante la descarga de carros tanque, coincidiendo la falla de instrumentación, el sistema de control y el error humano,		Al sobrellenarse el tanque, la gasolina sale por los venteos ubicados en el techo	flujo de bombeo máximo del cabezal de descarga es de 2091 l/min	85312.8	2.478	17.4	10	853128	85312.8
CMP	3A	Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina asumiendo el movimiento del auto tanque su desconexión. Se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna.	Conexión de carga	de 4”	flujo de bombeo de descarga es de 1515 l/min	61812	2.4	17.4	10	103020	61812
CA	2A	Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba PU-02. El diámetro de este cabezal es de 12	Cabezal de descarga de carro tanque	de 12”	flujo de bombeo máximo del cabezal de descarga	85312.8	2.478	17.4	10	flujo de bombeo máximo del cabezal de descarga	85312.8

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (pulgadas)		Flujo Vol. (5)	Flujo másico (6)	Presión (7)	Temperatura (8)	Duración fuga (9)	Inventario (10)	Tasa de descarga (11)
	Clave (1)	Descripción (2)	Línea/ Equipo (3)	Fuga (4)	MDBP o MMPCSD	kg/h	kg/cm2	°C	min	kg o m3	kg/h
		pulgadas (plano ATSI-441-16-100-DTI-004), con una velocidad de flujo de 2091 L/MIN. El incidente origina un derrame de 2091 en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.			es de 2091 l/min					es de 2091 l/min	

CMP: Caso más Probable; PC: Peor caso, considerar sólo Ruptura total de tubería o recipiente, CA: Caso Alterno, cualquier otro que sea de interés particular para la evaluación de consecuencias.

- (1) Asignación de clave del escenario a simular
- (2) Breve descripción del escenario a simular
- (3) Diámetro de la línea /Equipo
- (4) Diámetro de fuga
- (5) Flujo volumétrico, tomado del balance de materia y energía
- (6) Flujo másico, tomado del balance de materia y energía
- (7) Presión de operación del escenario simulado
- (8) Temperatura de operación del escenario simulado
- (9) Tiempo de duración de la fuga
- (10) Inventario que se fuga en líneas y recipientes de proceso, de acuerdo a criterio empleado.
- (11) Flujo másico que se fuga a través del diámetro de fuga empleado.

Por la naturaleza de las actividades que se realizan en una terminal de almacenamiento y distribución, se tienen riesgos potenciales en las áreas y componentes que constituyen la terminal. En todo el sistema existen una serie de, equipos y accesorios que pueden llegar a fallar bajo determinadas circunstancias, que en caso de fugas la emisión de hidrocarburos al piso y su gasificación a la atmósfera es inmediata.

Una fuga procedente de tanques, tuberías, equipos etc., deriva en el traslado de una masa de líquido al suelo, o corriendo sobre él, y de gases volatilizados a través de la atmósfera en forma de una nube limitada geométricamente, con un punto de escape y una masa extendida en la dirección del viento y con la distribución de distintas concentraciones en su interior.

Ambas formas de emisión están sometidas a un grado creciente de dilución en el suelo y en el aire que hace que las concentraciones en la nube formada por los gases evaporados vayan disminuyendo conforme transcurre el tiempo y se alejan del punto de emisión. El grado de dilución depende de varios factores siendo los más relevantes la cantidad de material emitida, la densidad de la nube de gases, la estabilidad de la atmósfera y la altura del punto de emisión.

La evaluación de las consecuencias de los riesgos a través de los escenarios más probables, hacen que se deba realizar una simulación de los eventos definidos. Dicha simulación se realiza con el programa ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*),

Descripción del software de simulación utilizado.

El programa ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*), Localización de Áreas de Atmósferas Peligrosas fue desarrollado por la EPA (*Environmental Protection Agency*) y la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). ALOHA utiliza el modelo gaussiano para predecir la dispersión de gases neutros considerando una distribución de la concentración.

El Software ALOHA es un programa informático diseñado especialmente para el uso de personas que responden a situaciones de emergencia tales como emisiones de sustancias químicas, explosiones y incendio, así como para la planificación de atención de emergencias y la formación del personal antes mencionado.

El programa ALOHA cuenta con modelos para simular los principales peligros como toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica (calor) y sobrepresión (explosión) relacionados con emisiones de sustancias químicas que resultan en la liberación de gases tóxicos, incendios y/o explosiones. Los modelos implementados en ALOHA permiten considerar dispersiones originadas en fuentes continuas o instantáneas.

Como resultado de la resolución de los modelos implementados se obtiene la distancia máxima a la cual se alcanza la concentración de interés determinada. A partir de esta información el programa establece el contorno de la nube formada para la concentración elegida (valor umbral) y predice, en forma gráfica, el perfil de concentración y la dosis para cualquier punto de coordenadas (x,y) a cierta distancia de la fuente.

Características principales del programa.

Genera una gran variedad de producción en escenarios específicos, incluyendo la zona de amenaza, amenaza en lugares específicos y gráficos de la fuente.

Calcula la tasa de liberación de productos químicos de escape en los tanques, charcos (tanto en la tierra y el agua), las tuberías de gas y predice los cambios de velocidad de liberación a través del tiempo.

Modelos de escenarios diferentes: por ejemplo las nubes de gas tóxico, BLEVEs (vapor saturado), los incendios de chorro, las explosiones de nube de vapor y los incendios de charco.

Evalúa los diferentes tipos de riesgo (en función de la hipótesis de emisión): toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica y sobrepresión.

Consideraciones para el modelo

La información necesaria para la evaluación del modelo de simulación es:

- Características físicas y químicas del fluido.
- Condiciones meteorológicas para el escenario del sitio y clase de la estabilidad atmosférica.
- Tiempo de fuga.
- Diámetro equivalente del orificio de la fuga.
- Condiciones de operación.

Características físicas y químicas del fluido

Los datos de las características físicas y químicas del gas natural fueron obtenidos de la hoja de seguridad.

Condiciones meteorológicas para el escenario del sitio.

Las condiciones meteorológicas del sitio fueron tomadas de la Manifestación de Impacto Ambiental y se presentan en las hojas de datos para suministrar al modelo

Límites para definición de las áreas de riesgo y amortiguamiento.

Para poder definir los límites con los que se establecen los escenarios y las zonas de seguridad en el entorno de los mismos, se utilizan los criterios dados por la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades riesgosas del Instituto Nacional de Ecología.

De acuerdo a la norma NOM-010-STPS-2014 “Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral. Reconocimiento, evaluación y control”, los límites máximos permisibles de exposición para la gasolina se definen en la Tabla I.1 Valores límite de exposición a sustancias químicas contaminantes del ambiente laboral, en el Apéndice I.

Valores límite de exposición:

Promedio ponderado en el tiempo: 300 ppm, a Corto tiempo: 500 ppm

Connotación: A-3 (Carcinógeno confirmado en animales con desconocimiento relevante para humanos). En dosis relativamente altas. Los estudios epidemiológicos disponibles no

confirman un aumento en el riesgo de cáncer en humanos expuestos. La evidencia sugiere que no es probable que el agente cause cáncer en humanos excepto bajo vías o niveles de exposición poco comunes e improbables.

La información anterior es aplicable para escenarios laborales en donde los sujetos receptores están en recintos generalmente durante jornadas de 8 horas de exposición.

Para efectos de este análisis de riesgo, se tomarán los valores dados por el Instituto Nacional de Ecología para radiación térmica y sobre presiones. Para concentraciones se tomarán los valores superior e inferior de los límites de inflamabilidad del hidrocarburo.

- Límite Superior de Inflamabilidad (LSI) = 7.6%
- Límite Inferior de Inflamabilidad (LII) = 1.1%

Mientras que para la radiación térmica y las sobrepresiones se cuenta con los siguientes valores definidos por el Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT.

Inflamabilidad (radiación térmica)

Zona de alta exposición 5 kW/m²

Zona de baja exposición 1.4 kW/m²

Para evaluar estos efectos en un incendio nos basaremos en la siguiente tabla:

Tabla 32. Efectos de radiación térmica según la intensidad de radiación emitida

Intensidad de radiación (Kw / m ²)	Efecto observado
37.5	Suficiente para causar daños en materiales.
25	Energía mínima para ignición de madera en una exposición indefinida.
12.5	Energía mínima para ignición de madera, fusión de tubería plástica.
9.5	Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos; quemaduras de segundo grado después de 20 segundos.
4	Suficiente para causar dolor a personas si no puede ponerse a resguardo en 20 segundos; quemaduras de segundo grado probables.
1.6	No causará incomodidad con exposiciones prolongadas.
FUENTE: Chemical Process Quantitative Risk Analysis, CCPS, 1989.	

De acuerdo a la simulación de la dispersión de la nube, los efectos de incendio y explosión, se pueden definir las áreas de seguridad estimadas en las tablas que describen las consecuencias en cada evento, pueden ser consideradas como las distancias mínimas que deberán de ser restringidas al tránsito en un evento similar.

Los efectos producidos por una explosión se generan a través de una serie de ondas expansivas, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en

circunferencias de diámetros mayores. La tabla siguiente muestra la relación entre la sobrepresión y el tipo de daño asociado.

Tabla 33. Valores de sobrepresión y daño producido en detonaciones

Ejemplos de resultados de los modelos de explosion				
sobre presion pico (psia)	Daño esperado			
0,03	Rompimiento ocasional de ventanas largas bajo estrés			
0,3	Poco daño a los techos de las casa, 10% de rompimiento de ventanas			
1-0.5	Ventanas son usualmente destrozadas, algunos marcos dañados			
1	Demolicion parcial de casa, se vuelven inhabitables			
8.00-1.00	leves/serias lesiones causadas por objetos voladores			
2	colapso parcial de techos y muros			
3.00-2.00	Concreto sin refuerzo/ muros de ceniza son destruidos			
12.2-2.40	90-1% de daño en la poblacion expuesta			
2,5	50% de destruccion de los ladrillos usados en la construccion de casas			
4.0-3.0	Paneles de edicios de acero sin marco arruinados			
5	Postes de madera rotos			
7.00-5.00	Destruccion parcial-completa de casas			
10	Probable destruccion total del edificio			
29.0-14.5	99-1% de muertes entre la poblacion expuesta debido a los efectos de la explosion directa			

Explosividad (sobre presión)

Zona de alto riesgo 1.0 lb/plg²

Zona de bajo riesgo (amortiguamiento) 0.5 lb/plg²

La meteorología seleccionada para el estudio está sustentada en la guía del estudio de riesgo ambiental emitido por la SEMARNAT, en el sentido de seleccionar las condiciones más desfavorables para los escenarios seleccionados.

Una mayor estabilidad atmosférica reducirá la dispersión de gases en la atmósfera propiciando las mayores concentraciones del gas en ésta. En el análisis de cada escenario se definen las condiciones utilizadas para el análisis de riesgo por el software utilizado, respecto a Temperatura, Velocidad del viento, Humedad relativa, Presión, y Altura de la fuente de emisión.

Análisis de consecuencias

Una evaluación del riesgo sólo queda completa si se conocen las consecuencias de un accidente por muy eventual que sea. Por este motivo, la última etapa de una evaluación de riesgo consiste en analizar las consecuencias de un accidente potencial importante en alguno de los componentes del sistema, las tuberías, su efecto en las inmediaciones de la instalación y en el medio ambiente.

Los resultados se utilizan para determinar qué medidas de prevención, protección, control y mitigación se han de tomar.

El análisis de consecuencias busca determinar la magnitud de las consecuencias de un incidente peligroso, esto es, un acontecimiento que por lo general ocurre sin advertencia, durante un periodo corto y con efectos potencialmente serios en personas y propiedades. En la práctica, el análisis de consecuencias atiende los siguientes factores:

- Término de la fuente.
- Dispersión.
- Efecto.
- Factores de mitigación.

Término de la fuente. Es la evaluación de las características de la liberación peligrosa inicial, y es la base sobre la cual se construye el resto de la secuencia del análisis.

Dispersión. Los modelos de dispersión se aplican a escenarios de liberaciones al aire y se clasifican en términos de la diferencia en densidad entre el material liberado y la atmósfera.

Fuego y explosión. Se hace énfasis en peligros provenientes de liberaciones que causan radiación térmica e impactos de presión para poder estimar los efectos de éstos en personas y materiales.

Factores de mitigación. Estos modelos analizan datos para sistemas de aislamiento, barreras, procedimientos de evacuación y acciones evasivas durante accidentes.

Se analizan diferentes escenarios de un posible evento, considerando los de mayor trascendencia, dadas las particularidades de dimensión y condiciones de operación de la terminal de almacenamiento y distribución.

Escenarios identificados en la terminal de almacenamiento y suministro de hidrocarburos

El número asignado a los escenarios identificados en los siguientes ítems se conservará y utilizará para identificar cada uno de ellos a lo largo de todo el documento, sin necesidad de nombrar el escenario como tal.

Para escenarios que involucren gasolina serán los escenarios “A” y para Diesel los escenarios “B”, Adicionalmente se maneja un escenario para el aditivo MTBE.

Escenario 1 A. Sobrellenado de un tanque. Para este escenario se considera que se está realizando una operación de recibo de gasolina hacia el tanque de almacenamiento TK-13 de gasolina magna mediante la descarga de carro tanques y por fallas indeterminadas de control, el tanque se sobrellena. El sistema básico de control incluye un medidor de nivel con alarma de alto y muy alto nivel y la supervisión de un operador. El flujo de bombeo máximo del cabezal de descarga es de 2019 l/min. Al sobrellenarse el tanque, la gasolina sale por los venteos ubicados en el techo. La fuga derrama durante 10 minutos ya que se considera que fallo el sensor de nivel, hasta que los operadores se dan cuenta y suspenden la descarga, generando un derrame de 30285 l. Se considera las dimensiones del dique

Escenario 2 . Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba PU-02. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas (plano ATSI-441-16-100-DTI-004), con una velocidad de flujo de 2091 L/MIN. El incidente origina un derrame de 2091 en 5 minutos de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.

Escenarios 3. Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina, y se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna. El diámetro de este brazo es de 4 pulgadas de diámetro, con una velocidad de flujo de 1260 L/MIN. La fuga origina un derrame de 1260 litros en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de área de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.

Las clases atmosféricas de la estabilidad de Pasquill.

La estabilidad atmosférica es una variable que se establece para caracterizar la capacidad que la atmósfera tiene para dispersar un contaminante; en realidad, lo que representa es el grado de turbulencia existente en un momento determinado.

La cantidad de turbulencia en la atmósfera ambiente tiene un efecto principal en la dispersión de las plumas (contaminantes vapores ó gas) de la contaminación atmosférica, porque la turbulencia aumenta arrastre y al mezclarse con aire no contaminado en la pluma, de tal modo que actúa para reducir la concentración de agentes contaminadores en el pluma (es decir, realza la dispersión de la pluma). Es por lo tanto importante categorizar la cantidad de turbulencia atmosférica presente en cualquier hora dada.

El método de categorizar la cantidad de presente atmosférico de la turbulencia era el método desarrollado por Pasquill en 1961, el categorizó la turbulencia atmosférica en seis clases de la estabilidad nombró A, B, C, D, E y F. La clase A que es la más inestable o la más turbulenta, y la clase F es la más el estable o menos turbulenta. En la Tabla VI.9 enumera las seis clases y la Tabla 43 proporciona las condiciones meteorológicas que definen cada clase.

Tabla 34. Tipo de estabilidad.

Tipo de estabilidad	Definición
A	Muy inestable
B	Inestable
C	Levemente inestable
D	Neutral
E	Levemente estable
F	Estable

Una condición estable se caracteriza por un flujo laminar de las capas del aire y se presenta ausencia de turbulencia, un gradiente vertical de temperatura, fluctuaciones mínimas de la dirección del viento y un bajo nivel de insolación (condiciones más adversas para la dispersión de contaminantes).

La relación entre las clases de estabilidad y las condiciones meteorológicas (radiación solar y cobertura del cielo) se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 35. Relación entre las clases de estabilidad y las condiciones meteorológicas.

Velocidad del viento m/seg	Día e Insolación fuerte	Día e Insolación moderada	Día e Insolación débil	Noche y nubosidad Más de 50%	Noche y nubosidad Menos del 50 %
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

De acuerdo con Secretaría del Medio Ambiente y Recursos naturales (SEMARNAT) en la presentación de Estudios de Riesgos para modelaciones por toxicidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, se deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.

Simulación de los eventos y diagramas de pétalos.

Este apartado tiene por objeto principal determinar las zonas vulnerables que están asociadas a los accidentes identificados, mediante la simulación del comportamiento real de una sustancia química, en la cual intervienen una multitud de factores tales como:

- Condiciones en que se produce la liberación de la sustancia
- Características físico-químicas de la misma
- Características del medio ambiente en el cual se produce la dispersión
- Interrelación entre la sustancia y el medio ambiente.

Como herramienta de apoyo para el desarrollo de los cálculos de consecuencias de situaciones riesgosas, existen softwares especialmente diseñados para evaluarlas, como: PHAST, Archie, Soprano, Effects, etc.

Para poder evaluar de manera más objetiva los alcances de las consecuencias, se consideran los parámetros principales de las condiciones climáticas del medio (humedad, temperatura y velocidad y dirección del viento, principalmente.); se proponen los criterios de cálculo empleados en el modelo de simulación REISGO. Finalmente por último se describen las consecuencias y se evalúan las posibles interacciones con el emplazamiento más inmediato al punto evaluado. En el **ANEXO 8** se presentan las hojas de resultados del modelo ALOHA y los planos con los radios de afectación.

Criterios de cálculo.

Una vez determinados los riesgos no tolerables, que fueron definidos como hipótesis de

accidentes más significativas se evaluó el alcance de las consecuencias derivadas de los riesgos no tolerables. Debido a que los algoritmos físico-químicos que simulan el comportamiento de la difusión de las sustancias en el ambiente (aire, agua o suelo), así como la evaluación de los efectos físicos derivados de las consecuencias (radiación térmica, sobrepresión y dispersión tóxica), las cuales son de gran complejidad, es necesario el uso de modelos matemáticos computarizados, en este caso en específico se realizaron las simulaciones mediante el software RIESGO. En general las variables principales que son alimentadas al software, es la composición promedio del compuesto químico a modelar, las principales características meteorológicas que pueden fungir como propagantes de una sustancia (vientos, humedad relativa, temperatura etc.) así como los criterios de cálculo más acordes.

Planteamiento de escenarios para análisis de consecuencias.

Deben plantearse los escenarios de emergencia que potencialmente puede ocurrir, observando los siguientes criterios: Criterios Técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas en instalaciones de Petróleos Mexicanos con Clave DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev. 1 de fecha 20/09/2011 y las Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgos de Proceso clave: 800-16400-DCO-GT-75 Rev. 1 emitida por la DCO el 10/08/2012 de Pemex, desarrollados por la Dirección Corporativa de Operaciones, Subdirección de Disciplina Operativa, Seguridad, Salud y Protección Ambiental de Petróleos Mexicanos:

Composición de la sustancia involucrada.

- 1.- La composición de la sustancia involucrada debe proporcionarla el centro de trabajo (departamento de operación, seguridad y mantenimiento).
- 2.- Cuando la sustancia involucrada es una mezcla de multi-componentes como es el caso de los productos petrolíferos, debe determinarse analíticamente la concentración o el porcentaje de cada uno de sus componentes y emplearlos como estimación de consecuencias.
- 3.- Un método alternativo en caso de desconocerse la composición de la mezcla, consiste en emplear las propiedades del componente que predomina en ésta, considerándolo como una sustancia pura. Esta alternativa podrá emplearse en el primer análisis de consecuencias, posteriormente, en las actualizaciones debe realizarse un análisis detallado de la concentración de los componentes.

Tamaño de la fuga o derrame.

El área y forma del orificio es uno de los parámetros que tienen gran incertidumbre. Por lo general se supone un orificio circular y los simuladores cuentan con modelos de fuga para orificios circulares. En ocasiones se simulan eventos ya ocurridos con orificios de geometría distintas a la circular. Para el caso de orificios con geometrías distintas a la circular se debe circular un área equivalente a un círculo a partir del área del orificio considerado. La gran mayoría de los escenarios de riesgo a analizar no han ocurrido por lo que existe incertidumbre sobre el valor del área del orificio. Para seleccionar el valor del

área del orificio, se considera los aspectos de la siguiente tabla:

Tabla 36. Diámetros equivalentes de la fuga (DEF).

Para el caso alternativo	Líneas de proceso $\frac{3}{4}" \leq DN \leq 2"$	DEF = 1.00 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Líneas de proceso $2" < DN \leq 2"$	DEF = 0.30 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Líneas de proceso ó ductos de transporte $6" \leq DN$	DEF = 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Bridas	Según el diámetro de la línea de proceso, aplican los criterios anteriores. (1.0" (DN), 0.3" (DN), 0.20" (DN))
	Sellos mecánicos en equipo rotatorio de proceso	Para todos los tamaños de flechas DEF = calcularlo con el 100% del área anular
	Sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso	Para todos los tamaños de vástago DEF = calcularlo con el 100% del área anular
	El DEF en el caso de un recipiente, será aquel que sea determinado por el Grupo Multidisciplinario de Evaluación y Análisis de Riesgos.	
Para el caso más probable	Líneas de proceso $\frac{3}{4}" \leq DN \leq 2"$	DEF = 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Líneas de proceso $2" < DN \leq 2"$	DEF = 0.6" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura)
	Líneas de proceso ó ductos de transporte $6" \leq DN$	DEF = 0.75" para DN de 6" a 14" DEF = 1.25" para DN de 16" a 24" DEF = 2.0" para DN mayores de 30" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura)
	Bridas	Aplican los mismos criterios de las líneas de proceso para los casos más probables.
	Sellos mecánicos en equipo rotatorio de proceso. Empaquetaduras en válvulas de proceso	DEF = Calcularlo con el 40% del área anular que resulte.
	El DEF en el caso de un recipiente, será aquel que sea determinado por el Grupo Multidisciplinario de Evaluación y Análisis de Riesgos.	

Tiempo de fuga o derrame.

Cuando una instalación cuenta con sistemas automáticos de aislamiento para responder al escenario planteado debe estimarse objetivamente el tiempo de respuesta de dichos sistemas automáticos, debiendo considerar éste como el tiempo de fuga.

Cuando una instalación no cuenta con sistemas automáticos de aislamiento para responder al escenario planteado debe estimarse objetivamente el tiempo de respuesta de los operadores para realizar manualmente dicho aislamiento, debiendo considerar éste como el tiempo de fuga. En caso contrario debe considerarse la recomendación heurística del software de simulación o el inventario presente en el tramo seccionado. Los criterios de tiempo de fuga fueron tomados de la Guía para realizar Análisis de Riesgos DG-SASIPA-SI-02741 de fecha noviembre de 2007 elaborado por PEMEX Refinación Subdirección de Auditoría en seguridad Industrial y Protección Ambiental Considerar los tiempos de la siguiente tabla:

Tabla 37. Tiempo de Fuga.

Maquinaria o equipo	Evento Típico
Autotanques y carrotanques dentro del centro de trabajo	Relevo continuo de producto por orificio de tamaño equivalente a la conexión mayor diámetro y 12.5 mm, considerando 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
	Fuga de producto por la Manguera de carga/descarga, considerando la fuga a través de un orificio de diámetro equivalente al 10% del diámetro nominal de la manguera, hasta un máximo de 50 mm y 12.5 mm, considerando 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
	Fuga de producto por falla en el brazo articulado de carga/descarga, considerando la fuga a través de un orificio de diámetro equivalente al 10% del diámetro nominal del brazo, hasta un máximo de 50 mm y 12.5 mm, considerando 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
Llenaderas y descargaderas	Fuga de producto por falla en el brazo articulado de carga/descarga, considerando la fuga a través de un orificio de diámetro equivalente al 10% del diámetro nominal del brazo, hasta un máximo de 50 mm y 12.5 mm, considerando 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
Embarcaciones	Impacto externo con un relevo grande de producto: ➤ Buque-tanque de gas, considerar el relevo continuo de 180 m³ en 1800 seg ➤ Buque-tanque de refrigerado, considerar el relevo continuo de 126 m³ en 1800 seg ➤ Buque-tanque de líquido de casco sencillo, considerar el relevo continuo de 75 m³ en 1800 seg ➤ Buque-tanque de líquido de doble casco, considerar el relevo continuo de 35 m³ en 1800 seg
	Impacto externo con un relevo pequeño de producto: ➤ Buque-tanque de gas, considerar el relevo continuo de 90 m³ en 1800 seg ➤ Buque-tanque de refrigerado, considerar el relevo continuo de 32 m³ en 1800 seg ➤ Buque-tanque de líquido de casco sencillo, considerar el relevo continuo de 30 m³ en 1800 seg ➤ Buque-tanque de líquido de doble casco, considerar el relevo continuo de 15 m³ en 1800 seg
Recipientes sujetos a presión	Relevo continuo del total del producto contenido dentro del recipiente en un tiempo de 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
Tanque atmosférico	Relevo continuo del total del producto contenido dentro del recipiente en un tiempo de 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Maquinaria o equipo	Evento Típico
Tuberías	Relevo de producto por un orificio con un diámetro efectivo del 10% de diámetro nominal, hasta un máximo de 50 mm, considerando 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
Bombas	Fuga de producto por un orificio con un diámetro efectivo del 10% de diámetro nominal de la tubería de mayor diámetro conectada hasta un máximo de 50 mm y 12.5 mm, considerando 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
Intercambiador de calor	Relevo continuo del total del producto contenido dentro del lado del cuerpo del intercambiador de calor en un tiempo de 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
	Fuga de producto por un orificio con un diámetro efectivo del 10% de diámetro nominal, hasta un máximo de 50 mm y 12.5 mm, considerando 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.

La siguiente tabla muestra los valores umbrales de referencia adoptados en este estudio para una radiación térmica, sobrepresión y dispersión tóxica sobre personas.

Tabla 38. Valores umbrales sobre personas.

Efecto	Efecto Domino	Zona de riesgo	Zona de amortiguamiento
Radiación térmica	37.5 kW/m ²	5,0 kW/m ²	1,4 kW/m ²
Sobrepresión	14.7 psi	1 psi	0.5 psi
Dispersión tóxica	---	IDLH ⁽¹⁾	TLV ⁽²⁾

⁽¹⁾ IDLH (*Immediately Dangerous to Life or Health*). Concentración máxima de una sustancia en aire que un trabajador con buen estado de salud general puede soportar durante treinta minutos sin desarrollar síntomas, que disminuyan su capacidad de realizar una evacuación de emergencia y sin sufrir daños irreversibles.

⁽²⁾ TLV₁₅ (*Threshold Limit Values*). Máxima concentración a la que la mayoría de los trabajadores puede exponerse por un periodo continuado de hasta quince minutos sin sufrir irritaciones, cambios crónicos o irreversibles en los tejidos o narcosis que reduzca su eficacia, les predisponga al accidente o dificulte las reacciones de defensa.

La evaluación cuantitativa de riesgos (Estimación de las Consecuencias de los Escenarios) tiene como finalidad determinar las posibles Consecuencias de un accidente o serie de accidentes durante la operación de una instalación. Un accidente en la operación de una instalación generalmente implica la emisión o liberación del material de proceso al ambiente. Algunas de las causas principales que originan un accidente son las siguientes:

- Errores Humanos.
- Fallas en el Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS).
- Corrosión y desgaste de las Líneas y Equipos de Proceso.

La duración del accidente depende en gran medida de la confiabilidad y disponibilidad del sistema instrumentado de seguridad, así como de la experiencia del personal para actuar con oportuna rapidez al inicio del evento, o sea del tiempo de respuesta para la acción de

medidas de control y mitigación.

En caso de ocurrir una fuga y dependiendo del hidrocarburo manejado, el material liberado formará una nube con característica tóxica, inflamable y explosiva. En el caso de que la nube formada haga contacto con una fuente de ignición, puede ocasionar daños a equipos y estructuras de proceso, daños a la salud del personal e incluso la muerte, pérdidas económicas por derrame, contaminación al medio ambiente y producción diferida. Es por esta razón que es de gran importancia evaluar cuantitativamente las Consecuencias de los eventos posibles por medio de simuladores que utilizan Modelos Matemáticos para describir el fenómeno de emisión, dispersión e impacto (toxicidad, fuego y/o explosión). Para determinar la magnitud del riesgo, es necesario simular y cuantificar el material liberado a través de los modelos siguientes:

- Modelo de Emisión.
- Modelo de Dispersión.
- Modelo de Explosión y Fuego.

a) Modelo Fuente de Emisión: El Modelo Fuente de Emisión es utilizado para la determinación del flujo de descarga del material, la cantidad total emitida y el estado físico del mismo. La Modelación del fenómeno fuente para una ruptura o derrame accidental de material peligroso es frecuentemente el paso más crítico en la estimación exacta de la concentración de la nube de gas corriente abajo como resultado del accidente. Uno de los principales factores que influyen en la cantidad de material liberado así como el flujo al que se libera es el inventario.

En este caso, debido a que el proceso es continuo, en el caso de presentarse una fuga, el material seguirá liberándose hasta que esta sea interrumpida. El tiempo que se lleva este proceso más que del inventario, depende de:

1. Tiempo para detectar la fuga.
2. Tiempo para analizar el incidente y decidir las acciones correctivas.
3. Tiempo para completar las acciones correctivas.

En el API PUBLICATION 581 RISK-BASED INSPECTION BASE RESOURCE DOCUMENT se sugieren unos tiempos de respuesta en función al tipo de sistema de detección y al tipo de sistema de aislamiento

b) Modelos de Dispersión: Los modelos de dispersión describen el transporte aéreo de los materiales peligrosos desde el puerto de emisión hasta la zona de asentamientos humanos, evaluando y determinando en que puntos éstas emisiones son nocivas para la salud. También es necesario para la cuantificación de la masa inflamable, parámetro que se utiliza en el cálculo de los efectos por radiación térmica o sobrepresión en caso de incendio o explosión, respectivamente. Una amplia variedad de parámetros afecta la dispersión atmosférica de los modelos tóxicos entre ellos están: Velocidad del Viento, Estabilidad Atmosférica, Condiciones del Terreno, Altura de la Emisión.

c) Modelo de Fuego y Explosión: El objetivo del modelo de fuego y explosión es determinar la magnitud de los diámetros asociados a la intensidad de radiación térmica y

las ondas de sobrepresión. La probabilidad de que se presente un incendio es bastante más alta que la probabilidad de que, en un incidente de liberación de material, se dé lugar a una explosión; en gran medida se debe a que para que se presente una explosión, es necesario que se forme una nube de vapor de suficiente tamaño antes de que se presente la ignición (fase de dispersión). Si la ignición ocurre inmediatamente puede presentarse una bola de fuego, flama a chorro o un fuego grande con una pequeña probabilidad de sobrepresión. Si se permite la formación de la nube y la ignición ocurre posteriormente el efecto de sobrepresión puede ser muy grande con consecuencias muy severas. Igniciones retardadas con un tiempo de 1 a 5 minutos son las más probables de ocurrir aunque también se han presentado igniciones con un tiempo de retardo de 30 minutos.

Así, una suficiente cantidad de la nube debe estar entre el rango inflamable del material para que cause la explosión (mínima masa explosiva). La onda de choque generada por la explosión de la nube puede variar grandemente y está determinada por la velocidad de propagación de la flama. En la mayoría de los casos el modo de propagación de la flama es la deflagración. Esta puede describirse como la combustión del material emitido, en la cual la velocidad de propagación es dominada por los fenómenos de transporte molecular y turbulento. En la ausencia del efecto de la turbulencia (esto es, en condiciones de flujo laminar o cercanas al laminar), la velocidad normal de la flama para hidrocarburos es del orden de 5-30 m/s. Esta velocidad es muy lenta para producir efectos de sobrepresión significantes, por lo que la nube de vapor únicamente se quemará en forma rápida (flash fire). Para la simulación de los escenarios planteados en este volumen se considera una masa mínima explosiva de 5,000 Kg para lograr la transición de un Flash Fire a una Explosión de una Nube de Vapor no Confinada (UVCE). Este valor para la mínima masa explosiva se tomó del apéndice A- *APPLICATION OF API RECOMMENDED PRACTICE 750 FOR FIVE TONS OF EXPLOSIVE VAPOR* de la API RP 750 MAN., AGEMENT OF PROCESS HAZARDS, que indica que de acuerdos a estudios realizados, la probabilidad de una explosión después de la formación de una nube de vapor que contiene 5 toneladas de hidrocarburos es de casi el 5 por ciento.

a) Incendio.

Los incendios son los principales causantes de efectos térmicos que se traducen en la comunicación de calor al personal y objetos materiales que se encuentren en su entorno. Los incendios pueden presentarse de diferentes formas:

- Incendio de charco (pool fire)
- Bola de fuego (fire ball)
- Dardo de fuego (jet fire)
- Flamazo (flash fire)

Pool Fire (incendio de charco).

Los charcos de fuego al aire libre se originan cuando se produce un escape o vertido de un líquido combustible sobre el suelo y en el exterior. En caso de que se produzca la ignición del líquido derramado, el tipo de fuego resultante dependerá en gran medida en gran medida de si el escape es continuo o instantáneo. Si el escape es instantáneo, el líquido se irá esparciendo hasta que se encuentre una barrera o hasta que se haya

consumido el combustible en el incendio. En caso de que un escape continuo, el charco irá creciendo hasta que la velocidad de combustión se iguale el caudal vertido. De este modo se llega a un diámetro de equilibrio, que se mantiene mientras no se detiene la fuga. Por otra parte, si el líquido queda retenido dentro de algún recipiente o área protegida, como puede ser una cubeta, el incendio no dependerá tanto de si el escape es instantáneo o continuo.

Bola de fuego (fire ball).

Llama de propagación por difusión, formado cuando una masa importante de combustible se enciende por contacto con llamas estacionarias adyacente. Se forma un globo incandescente que asciende verticalmente y que se consume con gran rapidez. Las causas que pueden producir estos eventos pueden ser:

- Rupturas ocasionadas por impactos en las diferentes etapas de instalación del proyecto.
- Situaciones de sobrepresión o fugas debidas a fallas en la instrumentación o válvulas del sistema de operación.

Dardo de fuego (jet fire).

El evento de jet fire se puede definir como una llama estacionaria de difusión de gran longitud y poca anchura como la producida por un soplete oxiacetileno. Generalmente este evento ocurre con un material inflamable que ha sido liberado a alta presión y se incendia a una distancia del punto de descarga. La nube formada produce el incendio (jet fire) en cualquier momento, siempre y cuando esté por encima de su límite inferior de inflamabilidad y por debajo del superior, esta zona de la nube es la que se considera para determinar los efectos de radiación térmica.

Flamazo (flash fire).

Para éste caso consideramos la dispersión de una nube de gas a baja presión en la que los efectos por presión son despreciables quedando solamente por considerar los correspondientes a la radiación térmica. La zona de alcance (por lo general la región del espacio correspondiente al límite inferior de inflamabilidad) limitándose la consideración de los efectos térmicos al interior de dicha zona. La siguiente tabla muestra los efectos producidos a personas y objetos durante el evento denominado “flash fire”.

Tabla 39. Efectos del flash fire.

Personas u objetos	Descripción
Fuera de la nube	• Como la duración del fenómeno es muy corta el daño es limitado y muy inferior.
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama.	• Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición más que probable de la ropa o vestidos • La probabilidad de muerte es muy elevada. Aproximadamente morirá 14% de la población sometida a esta radiación con un 20 % como mínimo

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Personas u objetos	Descripción
	de quemaduras importantes. - En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su presencia reducirá la superficie del cuerpo expuesta (se considera en general que solo se irradia el 20 % de esta superficie que comprendería la cabeza 7 %; manos 5 % y los brazos 8 %). - En el caso de personas situadas en el interior de viviendas, probablemente estarán protegidas – aunque sea parcialmente - de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma.

La siguiente tabla muestra los efectos a diferentes niveles de radiación térmica.

Tabla 40. Efectos a diferentes niveles de radiación térmica.

Intensidad de Radiación kW/m ²	Descripción
1.4	- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial. - En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 kW/m² (mínimo necesario para causar dolor).
3	Zona de alerta.
5	- Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos. - Máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado. - El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado. - Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas.
11.7	El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.
12.5	- Extensión del incendio, fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. - La madera puede prender después de una larga exposición. 100 % de letalidad.
25	El acero delgado aislado puede perder su integridad mecánica.
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras.

A continuación se muestran los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales, cuando se presenta un evento de radiación térmica.

Tabla 41. Vulnerabilidad de Materiales.

Radiación (kW/m ²)	Material
60	Cemento
40	Cemento prensado
200	Hormigón armado
40	Acero
33	Madera (Ignición)

Radiación (kW/m ²)	Material
30 – 300	Vidrio
400	Pared de ladrillos
13	Daños en depósitos
12	Instrumentación

b) Dispersión de nube tóxica / inflamable

Los vapores y gases emitidos por la mezcla hidrocarburos, pueden generar una dispersión la cual va rebajando la concentración de la sustancia emitida, al tiempo que la extiende sobre regiones cada vez mayores del espacio. Esta dispersión dependerá de la estabilidad atmosférica. Su afectación dependerá de la toxicidad de los vapores o gases emitidos (siendo en este caso la mayor afectación al personal cercano a la fuente de emisión), y de la cantidad de gas entre los límites de inflamabilidad que puedan encontrar un punto de ignición (ver flash fire y jet Fire). La tabla siguiente muestra el índice de mortalidad y las lesiones presentadas en un evento de dispersión de nube tóxica cuando un porcentaje de la población está expuesta a concentraciones letales (L_c).

Tabla 42. Efectos de emisiones tóxicas.

LC (%)	Índice de Mortalidad	Lesiones
1	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad bajo (1 %)	• Daños a la epidermis: Inflamaciones leves y reacciones alérgicas ligeras. • Daño a los ojos: Conjuntivitis.
50	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad medio (50 %)	• Daños a la epidermis: Inflamaciones crónicas o agudas, reacciones alérgicas, neoplasia y ulceraciones diversas. • Daño a los ojos: Daño permanente con resultado de ceguera. • Daño a vías respiratorias: Bloqueo físico de alvéolos (polvos insolubles) o reacción con la pared del alvéolo para producir sustancias tóxicas.
99	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad alto (99 %) debido a la alta concentración de sustancias tóxica.	• Lesiones irreversibles. • Bloqueo físico permanente de alvéolos. • Muerte en un corto tiempo.

c) Explosión de nube de gas no confinada (UVCE) y confinada (VCE).

La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Se pueden ocasionar ondas de sobrepresión, y los efectos térmicos suelen ser menos importantes que los anteriores. Igualmente las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica. La tabla muestra los efectos derivados de la sobrepresión.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Tabla 43. Efectos derivados de la sobre-presión.

Valor umbral				Descripción
mbar	bar	kPa	psi	
34.5	0345	3.45	0.5	• Destrucción de ventanas, con daño a los marcos y bastidores. • Daños menores a techos de casa. • Daños estructurales menores.
50	05	5	0.725	• Zona de alerta • Daños estructurales de pequeña magnitud en casa.
68.9	0689	6.89	1	• Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables. • Daños estructurales menores, comparables a los daños ocasionados por una tormenta, fallas en estructuras o paredes de madera. • Rompimiento de ventanas. • El techo de los tanques de almacenamiento sufren un colapso. • Falla de paneles y mamparas de madera, aluminio, etc. • Conexiones o uniones de aluminio o acero muestran fallas.
125	0.125	12.5	1.81	• Zona de Intervención. • Dislocación / colapso de paneles, paredes y techos.
500	0.5	50	7.25	• Colapso parcial de paredes y techos de casas. • Destrucción de paredes de cemento de 20 a 30 cm de grosor. • Destrucción del 50 % de la obra de ladrillo en edificaciones. • 25% de todas las paredes muestran fallas. • Las paredes hechas de bloques de concreto se colapsan. • Daños menores de marcos de acero en ventanas y puertas. • Daños moderados o menores. • Deformación de paredes y puertas, falla de juntas. • Se desprende el recubrimiento de las paredes. • Daños serios al resto de los elementos de soporte. • Umbral (1 %) de ruptura de tímpano.
81 000	1	100	14.50	• Desplazamiento de los tanques de almacenamiento cilíndrico. • Daño a columnas de fraccionamiento. • La estructura de soporte de un tanque de almacenamiento redondo se colapsa. • Daños severos y desplazamiento de maquinaria pesada (3 500 kg). • Falla de las conexiones de tuberías. • Demolición total de edificios. • Colapso total de casas habitación tipo o estilo Americano. • Umbral de letalidad (1 %) de muerte por hemorragia pulmonar y efectos directos de la sobrepresión sobre el cuerpo humano.
1 750	1.75	175.8	25.5	• Ruptura parcial de tanques de almacenamiento. • Daño parcial mayor a columnas de fraccionamiento.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Valor umbral				Descripción
mbar	bar	kPa	psi	
				• Daños severos a maquinaria pesada (3 500 kg). • Ruptura parcial de tuberías. • Demolición total de edificios. • 90 % de probabilidad de muerte por hemorragia pulmonar
2 000	2	200	29	• Ruptura total de tanques de almacenamiento. • Pérdida total a columnas de fraccionamiento. • Pérdida total de maquinaria pesada (3 500 kg). • Ruptura total de tuberías. • Demolición total de edificios. • 99 % de probabilidad de muerte por hemorragia pulmonar
20 680	20.68	2 068	299.94	• Límite para formación de cráter.

Tabla 44. Definiciones de zonas de Seguridad.

	TOXICIDAD (Concentración)	INFLAMABILIDAD (Radiación térmica)	EXPLOSIVIDAD (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m ²	1.0 psig
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 KW/m ²	0.5 psig

Una vez determinados los riesgos, definidos como escenario de accidentes o escenario accidentales más significativos de las instalaciones en estudio, se debe evaluar el alcance de las consecuencias derivadas de los mismos, el análisis de consecuencias se efectúa mediante un software RIESGO (Herramienta computacional de análisis de riesgos de proceso) aceptado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

De acuerdo a los resultados de la metodología aplicada (Ver **ANEXO 7** Haz-Op) se realizó la evaluación de consecuencia de los siguientes eventos:

Evento 1:

Escenario 1 A. Sobrellenado de un tanque. Para este escenario se considera que se está realizando una operación de recibo de gasolina hacia el tanque de almacenamiento TK-13 de gasolina magna mediante la descarga de carro tanques y por fallas indeterminadas de control, el tanque se sobrellena. El sistema básico de control incluye un medidor de nivel con alarma de alto y muy alto nivel y la supervisión de un operador. El flujo de bombeo máximo del cabezal de descarga es de 2019 l/min. Al sobrellenarse el tanque, la gasolina sale por los venteos ubicados en el techo. La fuga derrama durante 10 minutos ya que se considera que fallo el sensor de nivel, hasta que los operadores se dan cuenta y suspenden la descarga, generando un derrame de 30285 l. Se considera las dimensiones del dique

Para el cálculo de la cantidad fugada de gas se tomaron las siguientes consideraciones:

Se consideraron los siguientes datos atmosféricos:

Velocidad de viento: 3 m/seg

Dirección del viento: E

Temperatura ambiente 17.4 °C

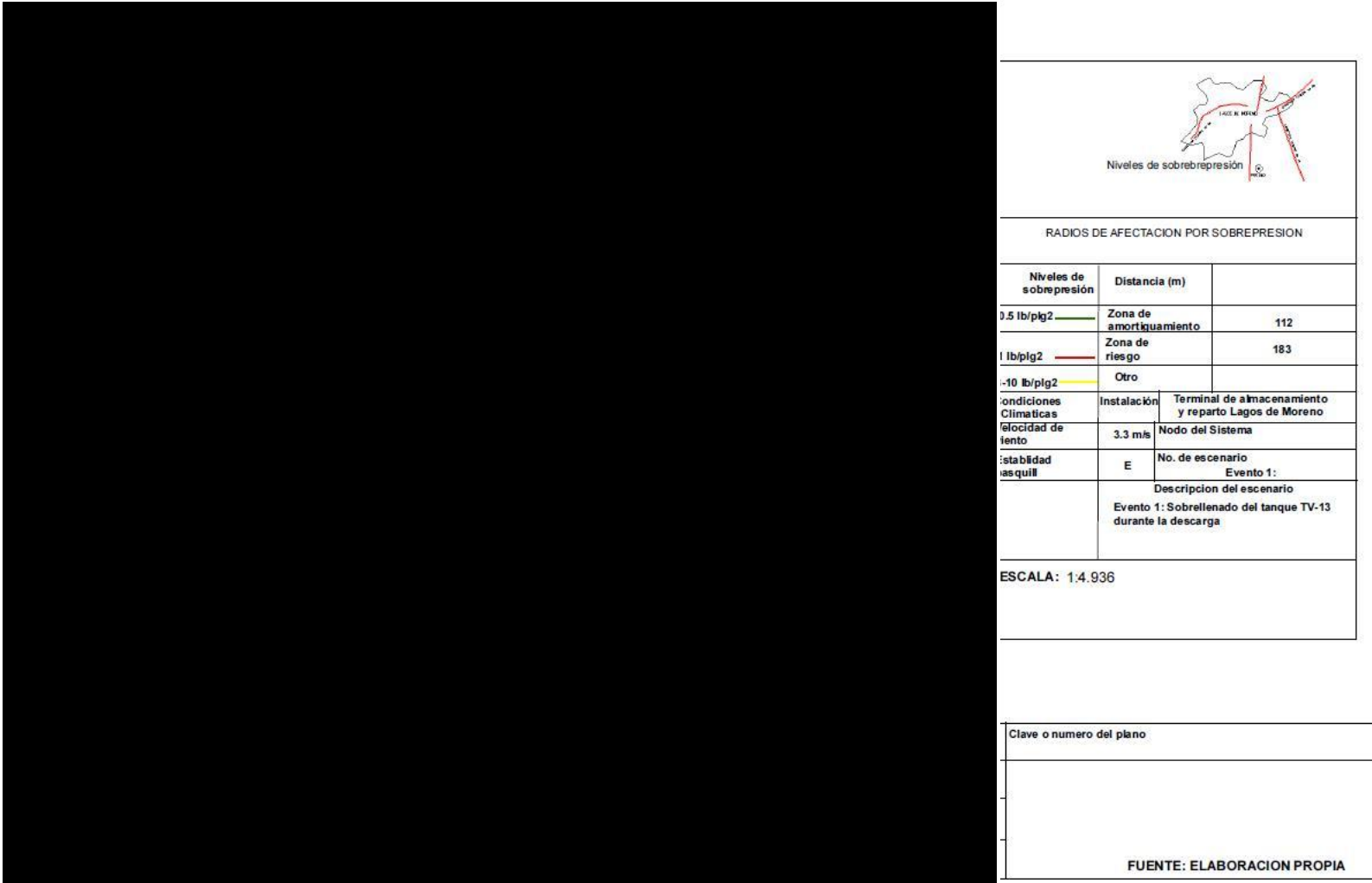
Estabilidad Clase E

Humedad del 25%

Tabla 45. Resultados de la evaluación de consecuencias explosión (sobrepresión), Evento 1

Escenarios	Criterios	Radio de afectación (m)
Escenario 1 A. Sobrellenado de un tanque. Para este escenario se considera que se está realizando una operación de recibo de gasolina hacia el tanque de almacenamiento TK- 13 de gasolina magna mediante la descarga de carro tanques y por fallas indeterminadas de control, el tanque se sobrellena. El sistema básico de control incluye un medidor de nivel con alarma de alto y muy alto nivel y la supervisión de un operador. El flujo de bombeo máximo del cabezal de descarga es de 2019 l/min. Al sobrellenarse el tanque, la gasolina sale por los venteos ubicados en el techo. La fuga derrama durante 10 minutos ya que se considera que fallo el sensor de nivel, hasta que los operadores se dan cuenta y suspenden la descarga, generando un derrame de 30285 l. Se considera las dimensiones del dique	Zona de alto riesgo 1 psi	112
	Zona de amortiguamiento 0.5 psi	183
	Zona critica	100

Figura 22. Plano radios de afectación Evento 1 explosión

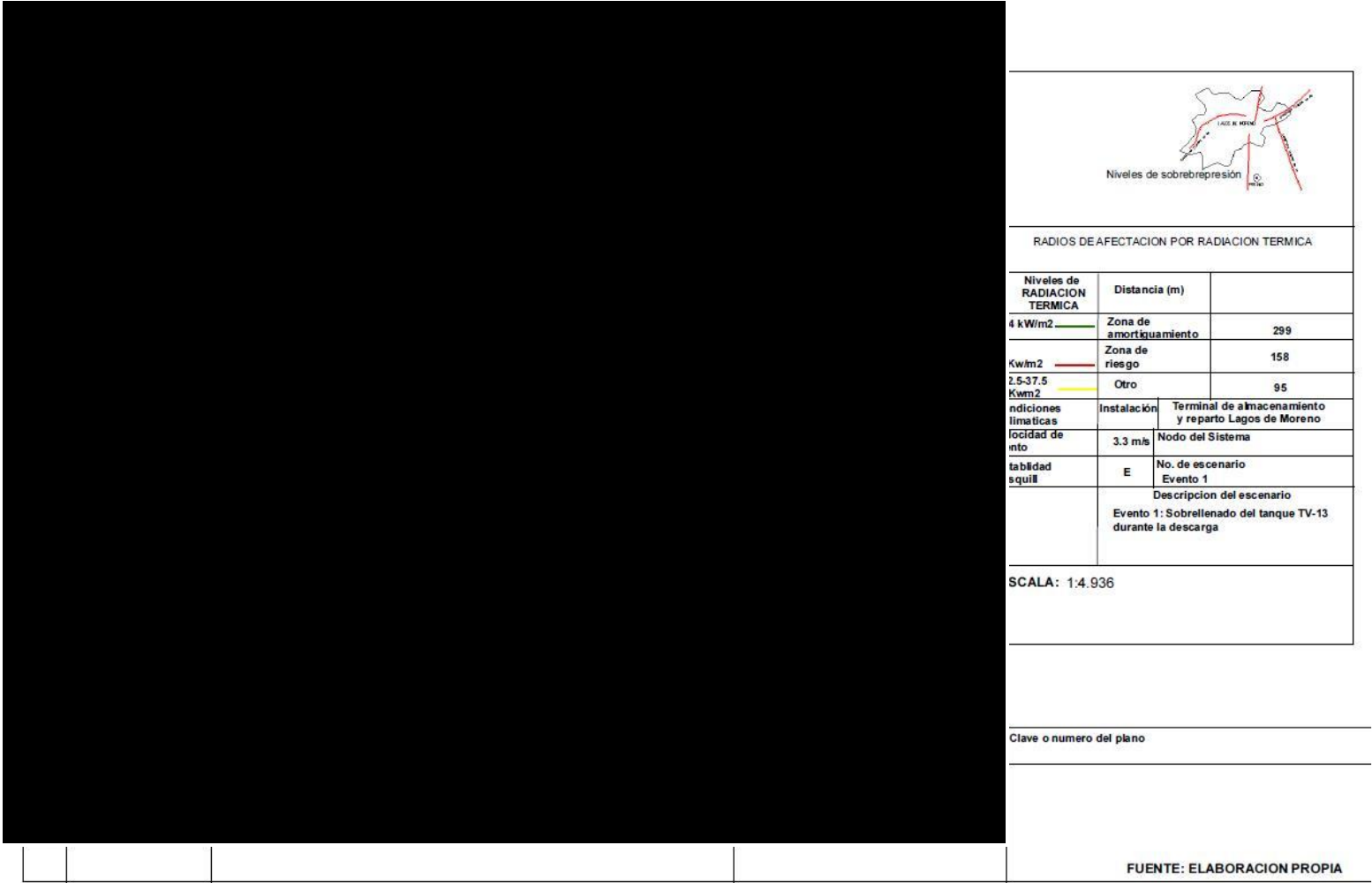


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Tabla 46. Resultados de la evaluación de consecuencias inflamabilidad (Radiación Térmica), Evento 1

Eventos	Criterios	Radio de afectación (m)
Escenario 1 A. Sobrellenado de un tanque. Para este escenario se considera que se está realizando una operación de recibo de gasolina hacia el tanque de almacenamiento TK-13 de gasolina magna mediante la descarga de carro tanques y por fallas indeterminadas de control, el tanque se sobrellena. El sistema básico de control incluye un medidor de nivel con alarma de alto y muy alto nivel y la supervisión de un operador. El flujo de bombeo máximo del cabezal de descarga es de 2019 l/min. Al sobrellenarse el tanque, la gasolina sale por los venteos ubicados en el techo. La fuga derrama durante 15 minutos ya que se considera que fallo el sensor de nivel, hasta que los operadores se dan cuenta y suspenden la descarga, generando un derrame de 30285 l. Se considera las dimensiones del dique	Zona de alto riesgo 5 kW/m ²	158
	Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m ²	299
	Zona critica	95

Figura 23. Plano radios de afectación Evento 1 incendio



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y
110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

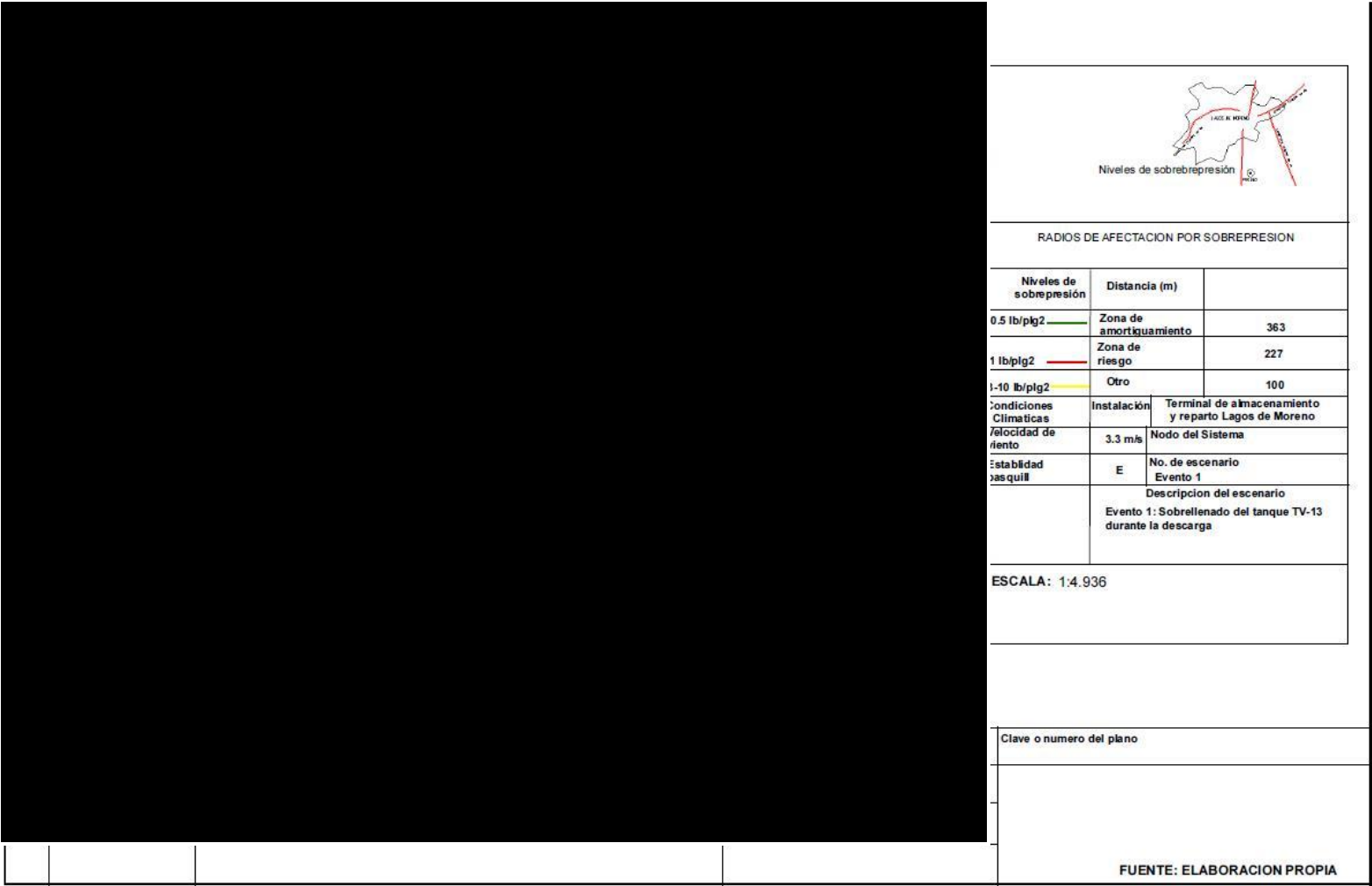
MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Tabla 46 A resultados de la evaluación de consecuencias del evento considerado como catastrófico (evento 1)

Escenarios	Criterios	Radio de afectación (m)
Escenario 1 A. Sobrellenado de un tanque. Para este escenario se considera que se está realizando una operación de recibo de gasolina hacia el tanque de almacenamiento TV-13 de gasolina magna mediante la descarga de carro tanques y por fallas indeterminadas de control, el tanque se sobrellena. El sistema básico de control incluye un medidor de nivel con alarma de alto y muy alto nivel y la supervisión de un operador. El flujo de bombeo máximo del cabezal de descarga es de 2019 l/min. Al sobrellenarse el tanque, la gasolina sale por los venteos ubicados en el techo. La fuga derrama durante es durante una hora y se considera que se fuga el contenido del tanque y se llena el dique de contención.	Zona de alto riesgo 1 psi	227
	Zona de amortiguamiento 0.5 psi	363
	Zona critica 7 psi	LOC was never exceeded
	Zona de alto riesgo 5 kW/m ²	318
	Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m ²	591
	Zona critica 32 kW/m ²	112

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

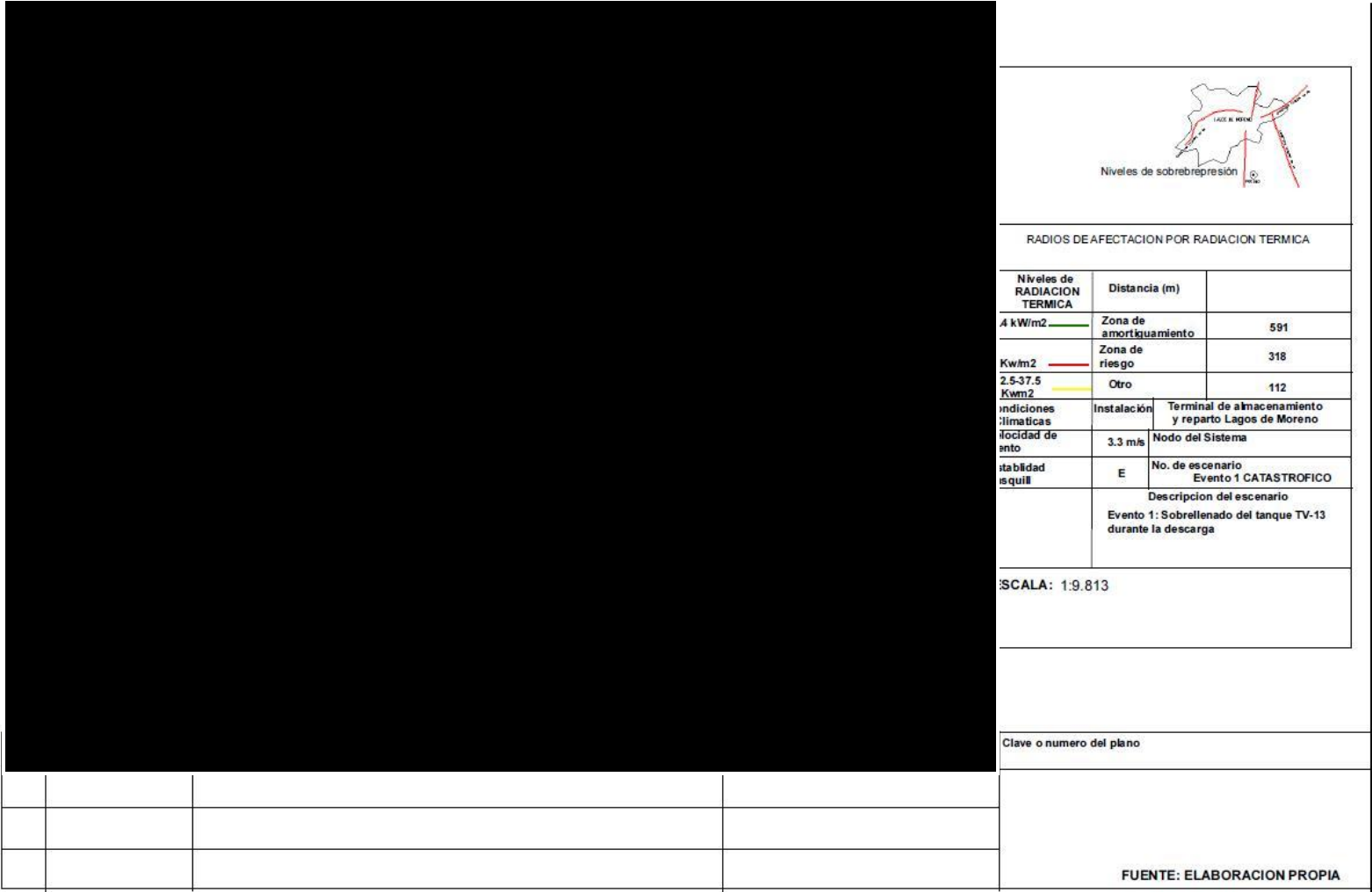
Figura 24. Plano radios de afectación Evento 1 explosión (catastrófico)



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Figura 25. Plano radios de afectación Evento 1 incendio (catastrófico)



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Evento 2:

Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba PU-02. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas (plano ATSI-441-16-100-DTI-004), con una velocidad de flujo de 2091 L/MIN. El incidente origina un derrame de 2091 en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.

Para este escenario solo se considera que se rompe el 20% del diámetro del cabezal de la descarga de 12”.

Resultados de la modelación de eventos.

Debido a que el simulador ALOHA”, no calcula tasas de descarga por orificios en tuberías se empleó la fórmula que de acuerdo a la Risk Management Program Guidance For Offsite Consequence, estima la máxima cantidad que puede ser fugada a través de un orificio de una tubería.

La fórmula usada estima las fugas de líquidos en tuberías a partir de la ecuación de Bernoulli.

La fórmula es la siguiente:

$$m = A_h C_d \sqrt{\rho [(19.6 \rho E) + 2(P_o - P_{atm})]}$$

Ecuación 1. Fugas de líquidos en tuberías

DONDE:

m = Velocidad de descarga en kg/seg.

A_h= Área del orificio en m²= 20% de la tubería de 12” de diámetro Tabla 33)

C_d = Coeficiente de descarga (0.62 para orificios regulares).

ρ = Densidad del líquido = 680 kg/m³.

P_o= Presión de operación en Pascal = 235 360

P_{atm} = Presión atmosférica en Pascal (1.013 x 10⁵).

E = Desnivel que existe en la tubería desde el punto más alto al más bajo = 0.05.

19.6 = 2g (dos veces la constante gravitacional en m/seg²).

m = 580 kg/seg

Para el cálculo de la cantidad fugada de gas se tomaron las siguientes consideraciones:

Se consideraron los siguientes datos atmosféricos:

Velocidad de viento: 3 m/seg

Dirección del viento: E

Temperatura ambiente 17.4 °C

Estabilidad Clase E

Humedad del 25%

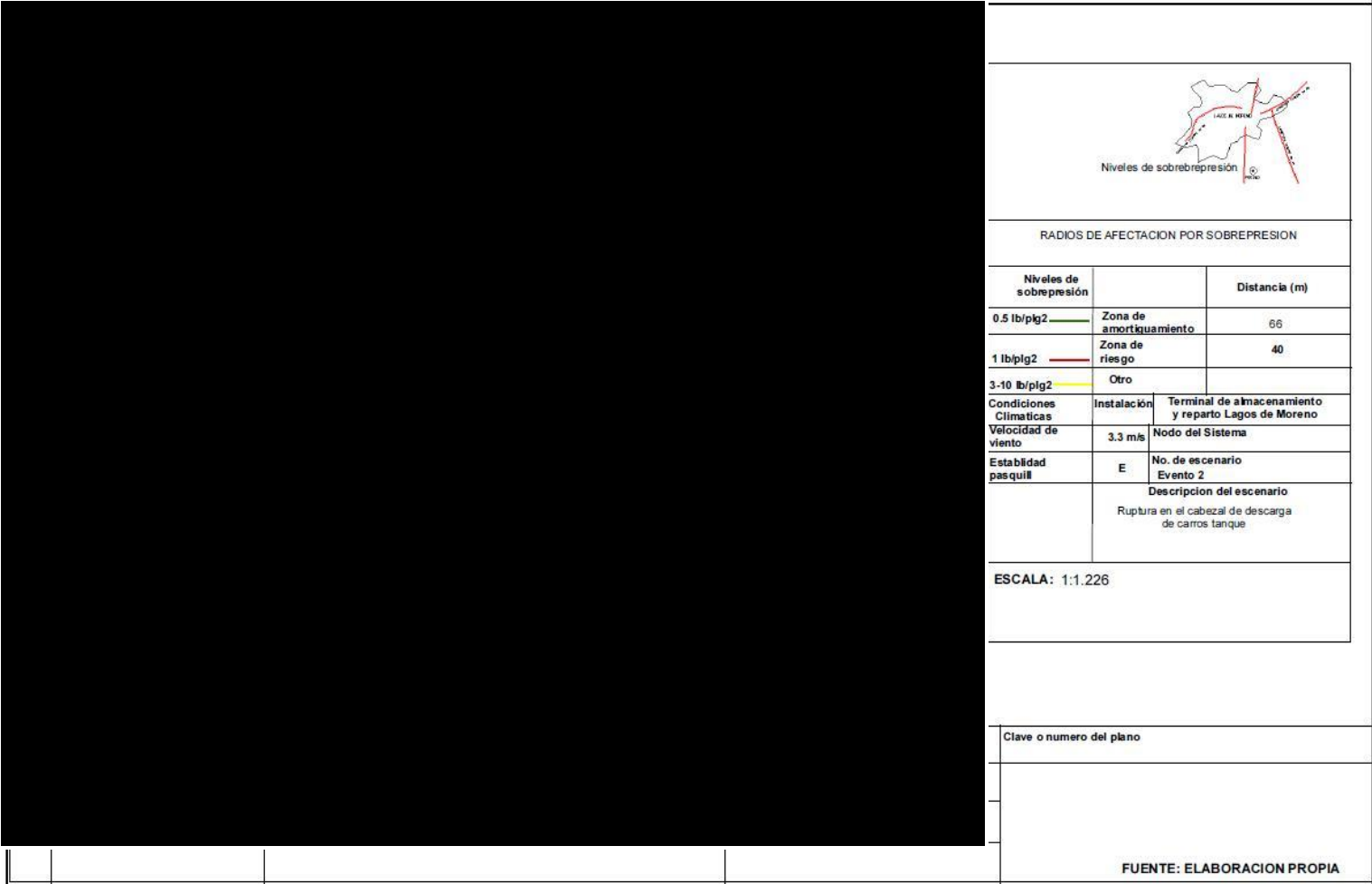
Tabla 47. Resultados de la evaluación de consecuencias explosión (sobrepresión), Evento 2

Escenarios	Criterios	Radio de afectación (m)
Escenario 2 . Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba PU-02. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas (plano A T S I - 4 4 1 - 1 6 - 1 0 0 - D T I - 0 0 4), con una velocidad de flujo de 2091 L/MIN. El incidente origina un derrame de 2091 en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.	Zona de alto riesgo 1 psi	60
	Zona de amortiguamiento 0.5 psi	40
	Zona critica	—

Tabla 48. Resultados de la evaluación de consecuencias inflamabilidad (Radiación Térmica), Evento 2

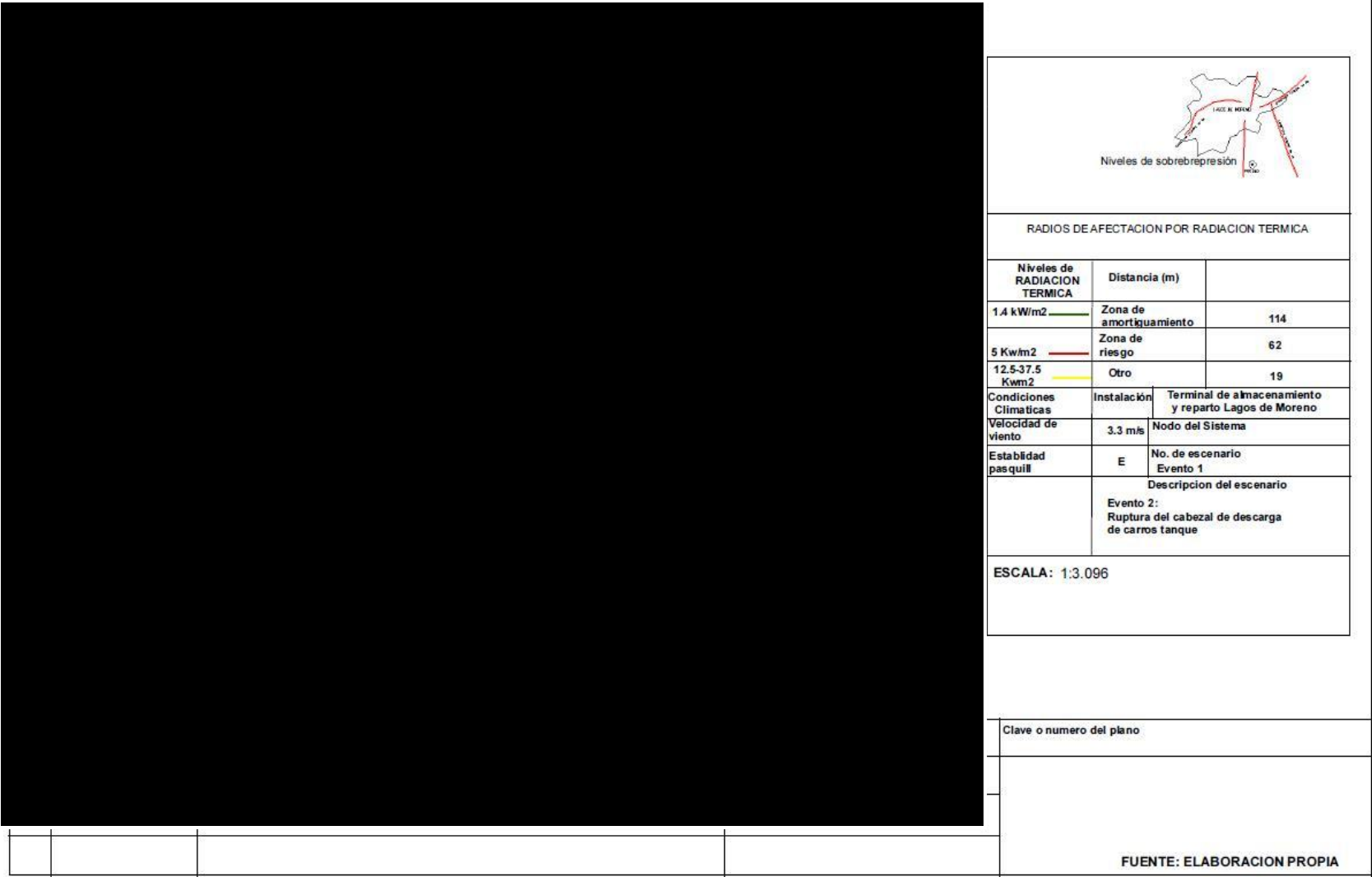
Eventos	Criterios	Radio de afectación (m)
Escenario 2 . Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba PU-02. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas (plano A T S I - 4 4 1 - 1 6 - 1 0 0 - D T I - 0 0 4), con una velocidad de flujo de 2091 L/MIN. El incidente origina un derrame de 2091 en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.	Zona de alto riesgo 5 kW/m ²	62
	Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m ²	114
	Zona critica	19

Figura 26. Plano radios de afectación Evento 2 explosión



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Figura 27 Plano radios de afectación Evento 2 incendio



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I
DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Evento 3:

Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina, y se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna. El diámetro de este brazo es de 4 pulgadas de diámetro, con una velocidad de flujo de 1260 L/MIN. La fuga origina un derrame de 1260 litros en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de área de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.

Para el cálculo de la cantidad fugada de gas se tomaron las siguientes consideraciones:

Se consideraron los siguientes datos atmosféricos:

Velocidad de viento: 3 m/seg

Dirección del viento: E

Temperatura ambiente 17.4 °C

Estabilidad Clase E

Humedad del 25%

Datos proporcionados al simulador

Tabla 49. Resultados de la evaluación de consecuencias explosión (sobrepresión), Evento 3

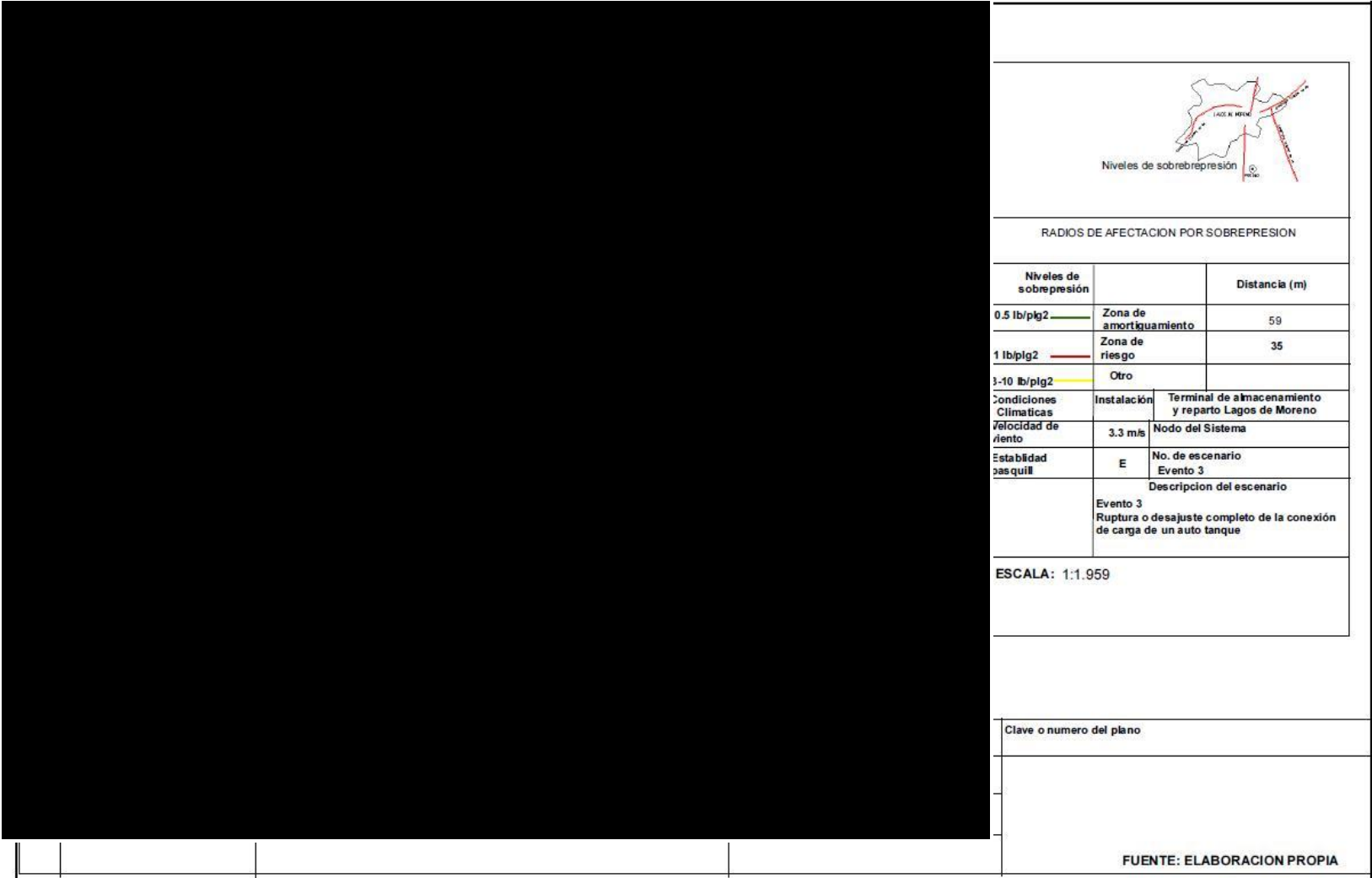
Escenarios	Criterios	Radio de afectación (m)
Escenarios 3. Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina, y se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna. El diámetro de este brazo es de 4 pulgadas de diámetro, con una velocidad de flujo de 1260 L/MIN. La fuga origina un derrame de 1260 litros en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de área de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.	Zona de alto riesgo 1 psi	35
	Zona de amortiguamiento 0.5 psi	59
	Zona critica	

**Tabla 50. Resultados de la evaluación de consecuencias inflamabilidad (Radiación Térmica),
Evento 3**

Eventos	Criterios	Radio de afectación (m)
Escenarios 3. Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina, y se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna. El diámetro de este brazo es de 4 pulgadas de diámetro, con una velocidad de flujo de 1260 L/MIN. La fuga origina un derrame de 1260 litros en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de área de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.	Zona de alto riesgo 5 kW/m ²	58
	Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m ²	105
	Zona critica	18

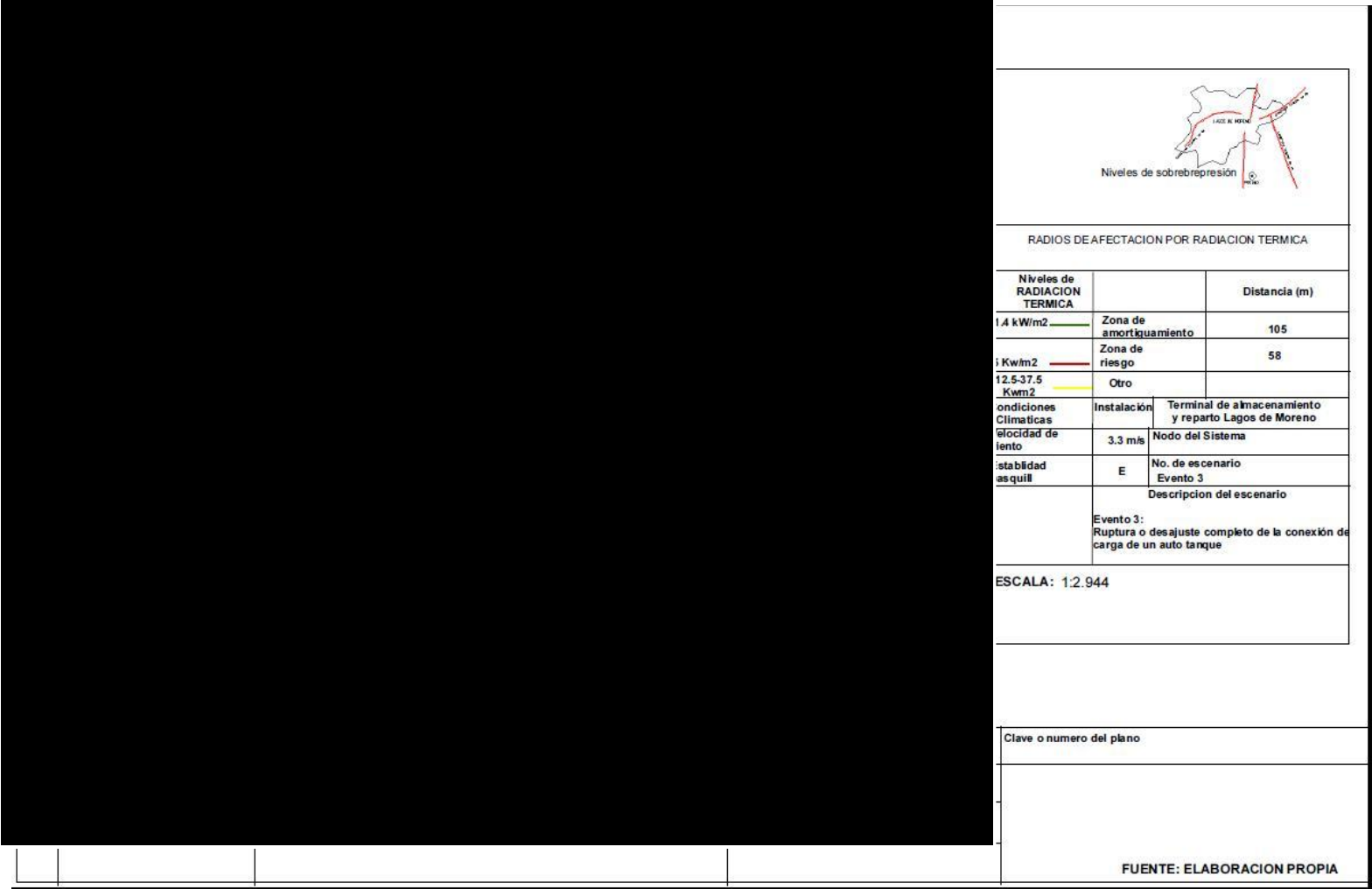
En el **ANEXO 8** se presenta los planos de radios de afectación de 3 casos evaluados. En los resultados se observa que la afectación de un incendio en la Terminal de Almacenamiento Lagos de Moreno no afectará asentamiento humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación.

Figura 28. Plano radios de afectación Evento 3 explosión



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y
110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Figura 29. Plano radios de afectación Evento 3 incendio



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

IV.4.2 Análisis de Riesgo

Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo

Para los Proyectos y/o Instalaciones donde se hayan identificado Escenarios de Riesgo “no tolerables y/o ALARP” de acuerdo a la jerarquización de Riesgos (4.5.1.2), los Regulados reposicionarán dichos Riesgos utilizando la información generada en el numeral 4.5.2 (conforme al flujograma indicado en el Anexo 1), de tal manera que se analicen los resultados para confirmar los valores de frecuencia (probabilidad) y consecuencias (severidad) establecidos en la identificación y Evaluación de Riesgos (Análisis Cualitativo de Riesgo), utilizando matrices de Riesgo u otra metodología propuesta por los Regulados para la jerarquización de los Riesgos. Lo anterior será realizado para todos los Escenarios de Riesgo considerados en la fase de análisis detallado de frecuencias y consecuencias, a fin de demostrar que se han considerado o se implementarán las medidas de reducción de Riesgo hasta lograr que los Escenarios de Riesgo, se han reducido tan bajo como sea razonablemente factible (ALARP). Derivado de lo anterior, los Regulados estarán en condiciones de determinar el Riesgo residual del Proyecto y/o Instalación, es decir, aquel que considera los controles y medidas de reducción de Riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras), las cuales serán específicas para prevenir las causas y/o mitigar las consecuencias de los Escenarios de Riesgos identificados, y en su caso, establecer los requerimientos de medidas adicionales para la reducción de Riesgos.

Como resultado de la aplicación de la metodología HAZOP se determinó que el único escenario de riesgo identificado como “no tolerables y/o ALARP” fue el escenario 8.11 referente al sobrellenado del tanque de almacenamiento, se clasifico de esta manera debido a que de acuerdo al historial de eventos de la tabla 51 ha sido el que más ocurrencia ha tenido y las consecuencias han sido catastróficas.

Tabla 51. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo frecuencia por consecuencia	Identificación del nodo o sistema	Instalación	Sustancia involucrada
1	1	Sobrellenado de un tanque de almacenamiento durante la descarga de carros tanque, coincidiendo la falla de instrumentación, el yerro del sistema de control y el error humano, obteniendo un valor en el desarrollo del análisis de 5	A	8.11	TANQUE	GASOLINA

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo frecuencia por consecuencia	Identificación del nodo o sistema	Instalación	Sustancia involucrada
		x10-4, valor que incide en el rango de un suceso ocasional.				

IV.4.3 EJECUCIÓN DE LA METODOLOGÍA LOPA

Eventos iniciantes y sus frecuencias de ocurrencia.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes eventos iniciadores con su respectiva frecuencia, estimados a través de árboles de decisión (FTA's):

Escenario	Evento Iniciante	Frecuencia del evento
1	Escenario 1 A. Sobrellenado de un tanque. Para este escenario se considera que se está realizando una operación de recibo de gasolina hacia el tanque de almacenamiento TV-13 de gasolina magna mediante la descarga de carro tanques y por fallas indeterminadas de control, el tanque se sobrellena. El sistema básico de control incluye un medidor de nivel con alarma de alto y muy alto nivel y la supervisión de un operador. El flujo de bombeo máximo del cabezal de descarga es de 2019 l/min. Al sobrellenarse el tanque, la gasolina sale por los venteos ubicados en el techo. La fuga derrama durante 15 minutos ya que se considera que fallo el sensor de nivel, hasta que los operadores se dan cuenta y suspenden la descarga, generando un derrame de 30285 l. Se considera las dimensiones del dique.	5x10-4
2	Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba PU-02. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas (plano A T S I - 4 4 1 - 1 6 - 1 0 0 - D T I - 0 0 4), con una velocidad de flujo de 2091 L/MIN. El incidente origina un derrame de 2091 en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.	2.25 x10-14
3	Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina, y se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna. El diámetro de este brazo es de 4	3.0x10-3

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

	pulgadas de diámetro, con una velocidad de flujo de 1260 L/MIN. La fuga origina un derrame de 1260 litros en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de área de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.	
--	--	--

De la tabla anterior se aprecia que el evento iniciante No. 3 correspondiente a la ruptura o desajuste completo del brazo de carga de un auto tanque, presenta la mayor posibilidad de ocurrencia, debido principalmente a la alta frecuencia del proceso. Los eventos con menor posibilidad resultan ser los escenarios No. 2, relativos a la ruptura de las líneas de transporte de productos y el 1 relativo al sobrellenado del tanque.

Alcances de la dispersión de la nube inflamable generada en cada escenario.

Otro aspecto de importancia en el razonamiento de los escenarios es el comportamiento de la dispersión de la nube. Todas las simulaciones de los eventos fueron realizadas con los mismos parámetros atmosféricos tendientes a reducir la rápida dispersión del producto y en deducción alcanzar sus mayores consecuencias. Los valores utilizados para este ejercicio fueron el 50% del límite superior e inferior de explosividad de la gasolina y límite inferior y el 10%,

Tabla 52. Área inflamable de la nube de vapor

Escenario	Alcances de la radiación en metros		
	LEL 50%	LEL	LEL 10%
1	No fue excedido	65	234
2	No fue excedido	28	102
3	No fue excedido	40	140

En la siguiente tabla se muestra el resultado de los máximos alcances de la radiación térmica originada en el incendio de cada evento, proveniente de la combustión denominada piscina de fuego. Se expresan las radiaciones para tres valores: 32 kW/m² que es la radiación máxima que puede soportar un equipo protegido y origina fatalidades en pocos segundos de dosis, 5 kW/m² valor para definir la zona de alto riesgo por SEMARNAT y 1.4 kW/m² para la zona de amortiguamiento o bajo riesgo. Como dato significativo, la cantidad de radiación emitida por una piscina de fuego no depende de las condiciones atmosféricas

Tabla 53. máximos alcances de la radiación térmica

Escenario	Alcances de la radiación en metros		
	32 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
1	50	158	299
2	19	62	114
3	18	58	105

En el desarrollo de las simulaciones por incendio, el escenario No. 1 correspondiente a una fuga por un sobrellenado del tanque.

En el **ANEXO 8** se incluyen las simulaciones efectuadas para estos eventos

Alcances de las ondas expansivas en los escenarios

La siguiente tabla muestra los alcances de las presiones de las ondas expansivas para cada evento, dando valores de presión para 482.6 kPa (70 psi) valor que ocasiona destrucción de estructuras y lesiones graves y fatales a personas, 20.68 kPa (3.0 psi), valor que define la zona de alto riesgo y 3.45 kPa (0.5 psi) valor que delimita la zona de bajo riesgo o amortiguamiento.

Tabla 54. Alcances de las presiones de las ondas expansivas para cada evento

Escenario	Alcances de las presiones de las ondas expansivas en metros		
	7 psi)	6.89 kPa (1.0 psi)	3.5 kPa (0.5 psi)
1	100	227	363
2		40	66
3		35	59

Las presiones de las ondas expansivas en las explosiones simuladas de cada escenario mostraron que para el escenario 1 relativo a la fuga por un sobrellenado del tanque es el de mayor alcance en distancias de las ondas expansivas, seguido del escenario No. 2 correspondiente a la fuga generada por ruptura en el cabezal de descarga y seguido por el No. 3 debido al desajuste o desconexión de un auto tanque.

Categorización de las consecuencias.

A partir de los alcances de la radiación en un incendio y de la sobre presión proveniente de la explosión de la nube de vapor no confinada, se pueden establecer los posibles perjuicios, o molestias, ocasionadas a las personas dentro y fuera de la terminal de almacenamiento, con base a estimaciones establecidas como referencia de los daños y perjuicios que ocasionan determinados valores de radiación o sobrepresión, según corresponda.

Para el caso del incendio en este estudio, se considera que el tiempo de exposición de las personas es de 60 segundos, sin ninguna clase de protección o enfriamiento y las consecuencias de los valores de radiación del Chemical Process Quantitative Risk Analysis.

Para las sobrepresiones se tomaron en cuenta los valores dados en la ntp 321 del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España.

Dependiendo de los perjuicios ocasionados a las personas dentro y fuera de las instalaciones, se realiza la categorización de las consecuencias. Estas categorías son mostradas en las siguientes tablas.

Tabla 55. Categorías de las consecuencias sobre el personal dentro las instalaciones

CATEGORÍA DE LA SEVERIDAD	DESCRIPCIÓN
I. Baja	Heridos leves o no heridos, sin detenimiento de sus actividades laborales
II. Mediana	Solo heridos, no graves; posible detenimiento de sus actividades laborales
III. Alta	Uno o más heridos graves
IV. Catastrófica	Heridos permanentemente inhabilitados o fatalidades

Tabla 56. Categorías de las consecuencias sobre la comunidad fuera de las instalaciones

CATEGORÍA DE LA SEVERIDAD	DESCRIPCIÓN
I. Baja	Ninguna clase de heridos, peligro o molestia a la comunidad
II. Mediana	Reclamos por parte de la comunidad acerca de olores o ruidos
III. Alta	Uno o más heridos leves
IV. Catastrófica	Uno o más heridos graves

IV.4.3.1 DETERMINACIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE LOS ESCENARIOS

Para poder hacer una selección de las capas independientes de protección consideradas como IPL's (Safety Integrity Level). Los criterios para determinar si las capas independientes de protección puedan ser consideradas como IPL's son:

- Efectividad en prevenir la consecuencia, respecto al diseño
- Detección de la condición ante la que se requiere actuar
- Independencia del evento iniciante
- Auditoria de seguridad

SIL (Safety Integrity Level), es la probabilidad, de que un sistema relacionado con la seguridad ejecute de forma satisfactoria, las funciones de seguridad requeridas en todas las condiciones especificadas en un periodo de tiempo especificado.

En cada escenario seleccionado en este estudio existen diferentes capas de protección que el diseño considera, y pueden ser aplicables a uno o más eventos. Recordemos que varios de los eventos iniciantes corresponden a tanques de almacenamiento, por lo que una sola capa de protección puede implicar varias causas de siniestro.

Por ejemplo, todo tanque de almacenamiento contará con instrumentación que controle el proceso de llenado o vaciado y adicionalmente dispondrá de respaldo adicional que alertará de una condición fuera del control normal, como puede ser una alarma de alto y/o bajo nivel. Estas capas de protección no se consideran capas independientes de protección o SIL's, ya que su función es el alcanzar la buena operación y control del proceso. En el siguiente paso de la metodología revisaremos qué SIL's, estarán en el diseño de la terminal y qué SIL's independientes se podrán adicionar.

Para alcanzar un valor de la frecuencia de cada escenario es necesario introducir el hecho de la ignición para que se dé a lugar el incendio o la explosión y en derivación la categoría de la severidad de la consecuencia.

Al aparecer la ignición en el escenario es necesario conocer las características de los dos sucesos considerados en este estudio, el Pool Fire y el UVCE.

Piscina de fuego (Pool Fire)

Cuando se derrama un líquido inflamable, tal como la gasolina, existe la posibilidad de que al encontrar una fuente de ignición muy próxima al punto de fuga se produzca un incendio inmediatamente. El incendio puede ser de grandes proporciones dependiendo de la cantidad fugada, provocando llamas perjudiciales para la integridad no solo de los equipos envueltos por estas, sino también para las personas ubicadas en el área próxima, y un flujo de calor radiante perjudicial hasta distancias apreciables de las mismas. La radiación máxima emitida por un incendio de gasolina se encuentra en un rango de 70 a 110 kW/m². También se produce una gran cantidad de humo contaminante para el ambiente.

El diámetro de la piscina dependerá de la cantidad derramada, en caso de que el líquido haya quedado retenido en el tanque como tal, este diámetro será directamente el diámetro del tanque, o en caso de quedar retenido en el dique rectangular, se obtendrá un diámetro circular equivalente. Es decir, gracias al dique las dimensiones del incendio se reducen considerablemente, ya que este disminuye el tamaño de la piscina de fuego.

Explosión de vapor no confinada (UVCE)

Una UVCE, ocurre cuando después de un derrame de gasolina, ésta no encuentra un punto de ignición inmediato, sino que hay un retardo en la ignición, lo que hace que la nube de vapor se disperse largas o cortas distancias dependiendo de las condiciones meteorológicas, de hecho la gasolina tiene una presión de vapor tal que facilita la evaporación de los componentes más volátiles de la misma.

Para que se produzca una explosión de una nube inflamable se deben dar circunstancias tales como cantidad determinada de vapor entre los límites de inflamabilidad, presencia

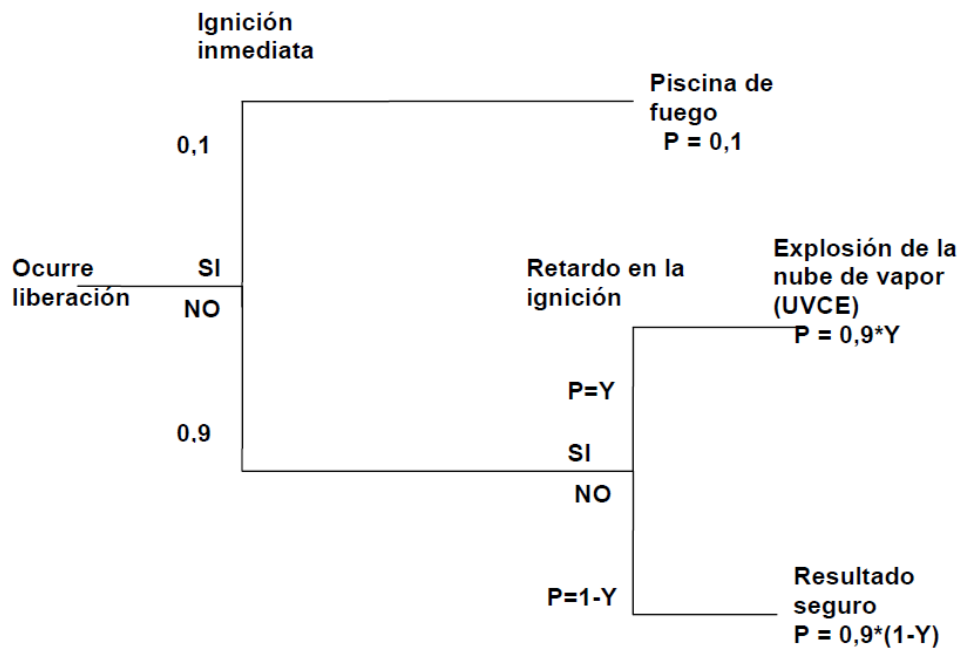
de una fuente de ignición y grado mínimo de confinamiento. Por lo tanto, si no existe el suficiente grado de confinamiento, en lugar de una explosión se producirá una llamarada.

El principal efecto de este evento peligroso es la onda de sobrepresión proveniente de la explosión, ésta ocasiona los daños a estructuras y equipos, y perjuicios a las personas dependiendo del grado de la misma

Determinación de la probabilidad de ignición.

La determinación de la probabilidad de ignición se realizó mediante un árbol de decisión, dependiendo de si la ignición es inmediata o retardada, y de las distancias alcanzadas por la nube dispersa, dependiendo del escenario en particular.

Figura 30. árbol de decisión



La probabilidad de ignición para la generación de incendio, de acuerdo al árbol de decisión, se tomará con ignición inmediata, con el fin de obtener la posibilidad más alta ($P=0.1$).

Para definir valores de probabilidad en explosión, la metodología contempla los siguientes valores de Y, en función de la posición del punto donde se alcanza el $\frac{1}{2}$ del límite inferior de explosividad de la gasolina.

Y=0,1 si $\frac{1}{2}$ LFL se encuentra dentro de la TAR

Y=0,5 si $\frac{1}{2}$ LFL se encuentra en la zona industrial fuera de la TAR

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Para nuestro estudio los valores de todos los escenarios considerados, el de mayor dispersión (65 m) es el No.1 que se desarrolla por la fuga por un sobrellenado del tanque, ninguno de los escenarios sale de los límites de propiedad de la terminal

Bajo estos conceptos las probabilidades de ignición para cada escenario se aprecian en la siguiente tabla:

ESCENARIO	Radio que alcanza el ½ LIE en metros	Y Valor ½ LIE	Probabilidad incendio Pool Fire	Probabilidad Explosión UVCE
1	65	0.1	0.1	0.09
2	28	0.1	0.1	0.09
3	40	0.1	0.1	0.09

Frecuencia de los escenarios y su probabilidad de ocurrencia:

Partiendo de la Tabla de los valores de frecuencia de los eventos iniciantes y los valores de probabilidad de las igniciones, calculadas para el caso de incendio Pool Fire y el de explosión UVCE, podemos obtener el valor de la frecuencia de probabilidad de ocurrencia de cada escenario

ESCENARIO	Evento iniciante	Frecuencia del evento iniciante	Y Valor ½ LIE	Probabilidad incendio Pool Fire	Probabilidad Explosión UVCE
1	Sobrellenado de tanque	5x10-4	0.1	0.1	0.09
2	Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque	2.25 x10-14	0.1	0.1	0.09
3	Fuga en la llenaderas de autotanques	3.0x10-3	0.1	0.1	0.09

La combinación matemática de los valores de las frecuencias con las probabilidades nos da un valor del riesgo, que por tratarse de eventos independientes unos de otros, se multiplican

ESCENARIO	Evento iniciante	Frecuencia del evento iniciante	Probabilidad incendio Pool Fire	Probabilidad Explosión UVCE
1	Sobrellenado de tanque	5x10-4	5X10-5	4.5X10 ⁻⁵
2	Ruptura del cabezal de	2.25 x10-14	2.25X10-15	2.025X10 ⁻¹⁵

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

	descarga de carros tanque			
3	Fuga en la llenaderas de autotanques	3.0×10^{-3}	3×10^{-4}	2.7×10^{-4}

Como puede ser observado, el comportamiento de cada escenario mantiene su sesgo de comportamiento, manteniéndose el escenario No. 3 como el de mayor probabilidad de ocurrencia para incendio y explosión.

Con base en esta estimación se realiza la evaluación del riesgo con los siguientes criterios:

- Riesgo inaceptable. Se encuentra en un nivel no tolerable y por lo tanto requiere inmediata mitigación o estudio y valoración inmediata de posibles medidas de control para lograr márgenes de seguridad necesarios.
- Riesgo moderado. Aunque un riesgo moderado aparentemente se encuentra en un nivel aceptable, es necesaria la mitigación del accidente, sin embargo, no tiene que ser inmediata.
- Riesgo tolerable. Es aceptable y requiere de juicio del administrador para determinar si se necesita futura mitigación, y analizar cuales medidas de reducción de bajo costo o fácil implementación son requeridas.
- Riesgo insignificante. En este nivel el riesgo es tan bajo que no requiere futuras acciones para tratar de mitigar las consecuencias, es decir, no requiere ningún tipo de estudio o análisis posterior.

Categorización de la frecuencia del escenario.

El siguiente paso es combinar las frecuencias con la respectiva categoría de las consecuencias para cada escenario con incendio y explosión. Esta categorización se realiza con base a la tabla:

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

FRECUENCIA (evento/año)	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
$(10^{-1} <)$	A - Muy Frecuente	Ocorre una o más veces al año
$(10^{-1} - 10^{-2})$	B - Frecuente	Ocorre aproximadamente 1 vez en 25 años
$(10^{-2} - 10^{-3})$	C - Probable	Probablemente ocurra
$(10^{-3} - 10^{-4})$	D - Eventual	Quizá ocurra ocasionalmente
$(10^{-4} - 10^{-5})$	E - Inusual	No se espera que ocurra
$(10^{-5} >)$	F - Muy inusual	Ocurrencia teóricamente posible, pero técnicamente improbable

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos respecto a la categorización de la frecuencia

Escenario	Frecuencia de piscina de fuego (evento/año)	Frecuencia de explosión de vapor no confinada (evento/año)	Categoría
1	5×10^{-5}	4.5×10^{-5}	E No se espera que ocurra
2	2.25×10^{-15}	2.025×10^{-15}	F. Muy inusual
3	3×10^{-4}	2.7×10^{-4}	C. Probable

Matriz de Riesgo				
Categorización de la Frecuencia	Categorización de las Consecuencias			
	I Baja	II Mediana	III Alta	IV Catastrófica
A ($< 10^{-1}$)	I A	II A	III A	IV A
B ($10^{-1} - 10^{-2}$)	I B	II B	III B	IV B
C ($10^{-2} - 10^{-3}$)	I C	II C	III C	IV C
D ($10^{-3} - 10^{-4}$)	I D	II D	III D	IV D
E ($10^{-4} - 10^{-5}$)	I E	II E	III E	IV E
F ($> 10^{-5}$)	I F	II F	III F	IV F

 Inaceptable	 Moderado	 Tolerante	 Insignificante
--	--	---	--

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Radios de afectación en base a los valores establecidos de alto riesgo: 5.0 kW/m², 1.0 psi y el Límite inferior de explosividad. Si hacemos una categorización de los radios de afectación calculados en los seis escenarios simulados, tenemos:

Escenario	Alcances de la radiación en metros	
	5 kW/m ²	6.89 kPa (1.0 psi)
1	158	227
2	62	40
3	58	35

Una categorización de las consecuencias generadas por la piscina de fuego y la explosión de la nube de vapor, en base a los radios de afectación y considerando los límites de alto riesgo determinados por SEMARNAT, sobre lesiones y daños a personas y equipos, se elabora la siguiente tabla:

De esta información se advierte que el escenarios que el escenario 1 genera una explosión UVCE de consecuencias de categoría catastrófica, con categoría Alta en explosión están los escenarios 2 y 3.

Trasladando esta categorización de consecuencias y combinándolas con su categorización de frecuencia, obtenemos la matriz de riesgo para incendio:

Matriz de Riesgo				
Categorización de la Frecuencia	Categorización de las Consecuencias			
	I Baja	II Mediana	III Alta	IV Catastrófica
A ($< 10^{-1}$)				
B ($10^{-1} - 10^{-2}$)				
C ($10^{-2} - 10^{-3}$)				
D ($10^{-3} - 10^{-4}$)				
E ($10^{-4} - 10^{-5}$)			3	1
F ($> 10^{-5}$)			2	

El escenario 1 relativo a un fuga por sobrellenado de un tanque tiene consecuencia catastrófica con categorización E en la frecuencia, los escenarios 2, referente a la rotura del cabezal de descarga de carros tanques tiene consecuencia mediana con categorización F y por último el escenario 3 referente a la fuga una bahía de llenado de auto tanques tienen consecuencia alta en explosión con categorización E

En el anexo 8 se incluyen las simulaciones efectuadas para estos eventos.

Adición de salvaguardas para disminuir los valores de probabilidad de los escenarios tratados

Hasta este nivel del análisis de riesgo podemos tener una idea clara de qué eventos iniciantes son los más factibles de ocurrir, se han evaluado probabilidades de suceso de éstos, se han calculado posibles radios de afectación y se han definido matrices de riesgo que categorizan consecuencias con frecuencias. El siguiente paso será el examinar qué acciones pueden permitir reducir estas consecuencias y estas probabilidades de frecuencia.

En este punto se analizará qué prácticas lograrán incrementar el nivel de seguridad de las instalaciones, considerando que la ingeniería de diseño de la terminal involucra las prevenciones y disposiciones normativas fundamentales de un establecimiento de este tipo. Recordemos que el control y la instrumentación que permite el control del proceso no es considerada como capa de protección.

Adicionalmente, no son consideradas capas de protección adicionales, los equipos y las prácticas consideradas como obligatorias en las distintas normatividades, como pueden ser: Diques de contención, red de contraincendios, sistema de detectores, separaciones entre equipos, etc.

Las protecciones o salvaguardas a considerar, para cada escenario, son evaluadas para examinar si cumplen con los requerimientos para ser consideradas como IPLs. Recordemos que un IPL es calificado como tal cuando:

- Se consigue efectividad en prevenir una consecuencia, respecto al diseño
- Se detecta la condición ante la que se requiere actuar
- Se tiene independencia del evento iniciante

En esta diligencia es elemental el separar aquellas protecciones que tienen la función de controlar las variables del proceso y de ahí seleccionar acciones adicionales que resguarden en capas secundarias o suplementarias la seguridad.

Para alcanzar este objetivo se describe brevemente qué protecciones primarias o funciones de control debe tener cada escenario y las acciones adicionales que pueden ser consideradas IPL's (Independent Protection Layer), que incrementarían el SIL (Safety Integrity Level) o nivel de resguardo y protección del evento.

Escenario 1 A. Derrame de un tanque:

Para poder realizar la recepción de producto en los tanques, el operador deberá asegurarse de que la válvula de bloqueo manual del tanque se encuentre abierta y en buenas condiciones. (Esta válvula siempre permanecerá abierta, a menos que se cuente con algún tipo de derrame, mantenimiento o daño en las líneas de llegada, o cuando el tanque reciba mantenimiento).

Cada tanque de almacenamiento cuenta con un transmisor de nivel tipo palpador Servooperado, el cual enviará la señal del nivel hacia el PLC mediante el sistema conocido como Tankvision.

Para protección del tanque, se han instalado sistemas de alarma, los cuales se describen a continuación:

- Alarma primaria por alto nivel. El transmisor de nivel envía una señal continua del nivel del tanque y el PLC determina si el producto ha llegado al nivel máximo de almacenamiento.
- Alarma por Muy Alto Nivel. Sensor tipo horquilla vibratoria instalado en una pierna de nivel en la parte superior del tanque.

La alarma primaria es calculada por el PLC de proceso, el cual detendrá la operación de la bomba una vez que el nivel se encuentre en el límite de almacenamiento definido.

La alarma por Muy Alto Nivel actuará desde un sistema de seguridad independiente al PLC de proceso y detendrá la Bomba justo antes de comenzar el derrame de producto, independientemente de si el transmisor de nivel indica que se ha llegado al límite o no.

Para el control de los inventarios de producto se cuenta con un sistema avanzado que realiza la contabilidad de los balances de cada tanque. Ver sección “SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN TANQUES”

IPL's adicionales que asegure la supresión o minimización del riesgo serán:

- El personal encargado de la transferencia tanto del ferrocarril como el cuarto de control de la terminal, deberán de dar seguimiento puntual a la disminución de niveles de carga del ferrocarril y del incremento de nivel del tanque de recibo.
- Durante la reunión previa entre responsables de la descarga del ferrocarril y responsables de la operación del tanque que recibe, deberá de comprobarse la efectividad de la comunicación vía radio entre éstos. De ocurrir una pérdida en esta comunicación, deberá de suspenderse de forma automática la transferencia de producto hasta comprobar su restablecimiento.
- Elaborar e implementar el Plan de Atención a Emergencias
- Elaborar e implementar un programa para la atención a emergencias

Escenario 2. Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque de la bomba encargada del movimiento. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas, y tiene una capacidad de flujo de 1,200 gpm. El incidente origina un derrame hasta que la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área suspende la operación.

En la operación de descarga tanto de carrotanques como de autotanques, se contará con una Unidad de Contról Local (UCL), la cual se encuentra instalada junto a cada patín de descarga y tiene la función de dirigir las acciones y realizar los cálculos necesarios para una correcta medición del flujo de producto descargado. Esta UCL tiene comunicación con el Sistema de Control Central (PLC's) por medio del protocolo de comunicación Modbus TCP y le indicará el momento en el cual deberá arrancar o parar la bomba, abrir o cerrar la válvula de alimentación de tanque y el total del producto recibido. Para obtener mayor detalle del funcionamiento del sistema ver documento ATSI-441-16-604-DEC-001 (Diseño de estrategia de control / Descripción funcional).

SISTEMA DE GAS Y FUEGO

El sistema de gas y fuego es denominado “Sistema de Seguridad Funcional” o “Sistema Integrado de Seguridad” y se encarga de todas las actividades de monitoreo y protección

de cada uno de los activos principales de la planta, así como de las personas que en ella laboran. Este sistema se basa en tecnología de PLC de última generación, que a diferencia del sistema de control de procesos, tiene certificación SIL 2 que asegura una alta disponibilidad y gran tolerancia a fallas.

Este sistema de control tiene como su principal actividad monitorear cada uno de los sensores de mezclas explosivas y sensores de fuego instalados en las zonas de mayor riesgo de la terminal, así como actuar las válvulas contra incendio tanto de la línea de agua como de la línea de suministro de agua-espuma.

El sistema de Gas y Fuego tiene una configuración redundante en todos sus componentes, redundancia en fuentes, procesadores y tarjetas de I/O que garantizan una alta disponibilidad del equipo. Así mismo, las tarjetas que lo conforman tienen la capacidad de ser removidos en caliente (Energizados) y no requieren configuración o intervención de algún operador para reanudar su funcionamiento.

Este sistema cuenta con una interfase HMI que permite verificar las condiciones en las que se encuentra tanto el sistema como la terminal, muestra las alarmas y el status de cada uno de los sensores de mezclas y fuego.

En el caso de que el Sistema de Gas y Fuego detecte presencia de “Fuego” en alguna de las zonas clasificadas de la planta, emitirá una alarma luminosa y audible mediante los semáforos y sirenas instalados de manera estratégica dentro de la planta y será necesario una confirmación manual por parte del operador, ya sea en campo como en cuarto de control, para iniciar el sistema de mitigación de fuego Agua-Espuma.

IPL's adicionales, podrán ser:

- Elaborar e implementar el Plan de Atención a Emergencias
- Elaborar e implementar un programa para la atención a emergencias

Escenario 3. Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante la operación de carga de un auto tanque y se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna.

IPL's adicionales podrán ser:

El protocolo de carga de los auto tanques debe considerar:

Sistema de frenado automático del autotanque que bloquee el encendido en la posición de carga

Retiro de llaves de encendido a los operadores que tengan equipo en proceso de carga

Instalación de sensores ópticos de sobrellenado en cada bahía

Instalación de un sistema de tierra segura (Cargas estáticas)

Al cerrar la garza de conexión al auto tanque, se debe presionar el sistema de frenado del auto tanque

- Elaborar e implementar el Plan de Atención a Emergencias en el que involucre a los operadores de los autotanques

Todo rack de tuberías de transporte de hidrocarburos debe estar resguardado contra posibles impactos de vehículos en sus cercanías. Además de cumplir con los lineamientos

de la autoridad de comunicaciones y transportes, se debe acatar el cumplimiento de la NOM-006-ASEA 2017 en su capítulo 9.3.7 Vialidades, accesos y estacionamientos.

Como se mencionó anteriormente, la fase de adición de capas en el análisis no se incluyen acciones que son catalogadas como de cumplimiento normativo, tales como diques de contención en el área de tanques, dispositivos de arresta flama en las cúpulas, redes de contraincendios de agua, de agua ligera, de espuma, rociadores, cañones de agua, etc., ya que éstos son considerados como obligatorios

Cálculo de las frecuencias de los escenarios, considerando la probabilidad de falla en demanda (PFD)

La determinación de la frecuencia general de un escenario se realiza con base a la frecuencia del evento iniciante, la probabilidad de ignición según sea el caso y la Probabilidad de Falla en Demanda (PFD) de las posibles capas independientes de protección (IPL's):

PFD, es la probabilidad de falla en demanda de la IPL, que protege contra la consecuencia del evento iniciante.

Al dividir el número de veces por año que la acción instrumentada de seguridad falla, entre el número de demandas por año. El resultado obtenido es el “Numero Aceptable de Veces que la acción puede fallar por año, y viene siendo la Probabilidad de Falla sobre Demanda (PFD).

El nivel SIL es fijado de acuerdo a una matriz, que bajo los criterios de un equipo de expertos, establecen valores de probabilidad de fallas sobre demanda promedio.

Nivel de Integridad de Seguridad NIL (SIL)	Probabilidad de Falla Sobre Demanda Promedio (PFDave)
4	$\leq 10^{-5}$ a $< 10^{-4}$
3	$\leq 10^{-4}$ a $< 10^{-3}$
2	$\leq 10^{-2}$ a $< 10^{-3}$
1	$\leq 10^{-1}$ a $< 10^{-2}$

Valores de probabilidad de falla sobre demanda promedio de Salvaguardas adicionales a los procesos

Fuente: Análisis LOPA de Risk Software, Victor Machiavelo Salinas

Para este estudio de riesgo, consideraremos que las acciones adicionales o SIL's, agregados a cada escenario, son de nivel 1, ya que son acciones sencillas que no

requieren de un SIS (Sistema Instrumentado de Seguridad), ni son resultado de análisis adicionales independientes. Por lo que el efecto o consecuencia de su implementación sería

- 1 SIL adicional corresponderá a un PFD igual a 1×10^{-1}
- 1 y más Sil's adicionales corresponderá a 1×10^{-2}

Por lo tanto, los valores de probabilidad de ocurrencia de los escenarios tratados, con los SIL's, adicionales propuestos, responderán de la siguiente forma:

Tabla 57. valores de probabilidad de ocurrencia

Escenario	Frecuencia de piscina de fuego (evento/año)	Frecuencia de explosión de vapor no confinada (evento/año)
1	5X10 ⁻⁶	4.5X10 ⁻⁶
2	2.25X10 ⁻¹⁶	2.025X10 ⁻¹⁶
3	3X10 ⁻⁵	2.7X10 ⁻⁵

Si comparamos los valores obtenidos contra los criterios de la IEC 61508, podemos ubicar un posicionamiento de la seguridad del suceso.

La IEC 61508, es una norma básica de seguridad funcional aplicable a todo tipo de industria. Define la seguridad funcional como: "Una parte de la seguridad general relativa al equipo bajo control y el sistema de control", que depende del correcto funcionamiento de los sistemas relacionados con la seguridad y las instalaciones externas de reducción de riesgos.

La norma cubre el ciclo de vida de seguridad completo y puede necesitar interpretación para desarrollar estándares específicos de cada sector. Tiene sus orígenes en la industria de control de procesos.

La norma recomienda que se utilicen técnicas cualitativas o cuantitativas de análisis de riesgos y ofrezca orientación sobre una serie de enfoques. Uno de ellos, para el análisis cualitativo de peligros, es un marco basado en 6 categorías de probabilidad de ocurrencia y 4 de consecuencia.

Categorías de probabilidad de ocurrencia de la IEC 61508:

Tabla 58. Categorías de probabilidad de ocurrencia de la IEC 61508

Categoría	Definición	Rango (fallas por año)
Frecuente	Muchas veces en la vida útil del sistema	$> 10^{-3}$
Probable	Varias veces en la vida útil del sistema	10^{-3} a 10^{-4}
Ocasional	Una vez en la vida útil del sistema	10^{-4} a 10^{-5}
Remoto	Poco probable en la vida útil del sistema	10^{-5} a 10^{-6}

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Improbable	Muy poco probable que ocurra	10^{-6} a 10^{-7}
Increíble	Muy difícil que pueda ocurrir	$<10^{-7}$

De acuerdo con el análisis efectuado en los incisos anteriores y de acuerdo a lo considerado anteriormente podemos afirmar que los escenarios tratados en este estudio junto con las capas de protección adicionales propuestas, se sitúan en el rango de 10^{-5} a 10^{-16} , para el riesgo de incendio y/o explosión de vapor no confinada, con definición de Remoto (Improbable en la vida útil del sistema) para el evento iniciante en las derrames en tanque de almacenamiento, Increíble (Muy difícil que ocurra) para los eventos, la rotura de la tubería de descarga de carros tanque, y la fuga por la desconexión de un auto tanque en llenaderas, es Remoto.

Así mismo es muy importante mencionar que el sistema de gas y fuego es denominado “Sistema de Seguridad Funcional” o “Sistema Integrado de Seguridad” y se encarga de todas las actividades de monitoreo y protección de cada uno de los activos principales de la planta, así como de las personas que en ella laboran. Este sistema se basa en tecnología de PLC de última generación, que a diferencia del sistema de control de procesos, tiene certificación **SIL 2** que asegura una alta disponibilidad y gran tolerancia a fallas.

Este sistema de control tiene como su principal actividad monitorear cada uno de los sensores de mezclas explosivas y sensores de fuego instalados en las zonas de mayor riesgo de la terminal, así como actuar las válvulas contra incendio tanto de la línea de agua como de la línea de suministro de agua- espuma.

El sistema de Gas y Fuego tiene una configuración redundante en todos sus componentes, redundancia en fuentes, procesadores y tarjetas de I/O que garantizan una alta disponibilidad del equipo. Así mismo, las tarjetas que lo conforman tienen la capacidad de ser removidos en caliente (Energizados) y no requieren configuración o intervención de algún operador para reanudar su funcionamiento. Este sistema cuenta con una interfase HMI que permite verificar las condiciones en las que se encuentra tanto el sistema como la terminal, muestra las alarmas y el status de cada uno de los sensores de mezclas y fuego.

En el caso de que el Sistema de Gas y Fuego detecte presencia de “Fuego” en alguna de las zonas clasificadas de la planta, emitirá una alarma luminosa y audible mediante los semáforos y sirenas instalados de manera estratégica dentro de la planta y será necesario una confirmación manual por parte del operador, ya sea en campo como en cuarto de control, para iniciar el sistema de mitigación de fuego Agua-Espuma.

El SISTEMA DE PARO POR EMERGENCIA se encarga del paro total o parcial de la planta en caso de que existiera alguna condición insegura dentro de las instalaciones y obedece a la activación de cualquiera de las señales provenientes de los hongos de paro de emergencia instalados de forma estratégica en cada una de las llenaderas, descargaderas, casa de bombas y en el cuarto de control.

Este es un sistema ciego, lo cual quiere decir que no cuenta con interfase Hombre máquina (HMI) y se encuentra configurado en los mismos PLC's del sistema de Gas y

Fuego, pero si cuenta con comunicación directa vía Hard-Wire, en otras palabras, cuenta con una conexión por cable directo punto a punto con el sistema de control de proceso. Este sistema tiene la capacidad de interrumpir de manera inmediata la operación de cada una de las bombas de movimiento de producto, el cierre de las válvulas de corte y la comunicación hacia el sistema de control de proceso para indicarle que todo debe irse a un estado seguro.

Este sistema está basado en una arquitectura redundante en todos sus componentes con certificación **SIL 2**.

El sistema de paro por emergencia tiene como finalidad proteger a los equipos y sistemas involucrados en la operación de la terminal, cuando se presentan condiciones anormales de operación, como puede ser muy alta presión de operación (posible bloqueo) o una muy baja presión de operación (posible fuga); además de derrames, inundaciones, incendios, temblores, tormentas, accidentes de vehículos o del FFCC, etc.

De acuerdo a la siguiente tabla si la TAR Lagos de Moreno cuenta con componentes con certificación SIL 2 el factor de reducción será de >100 a $< 1,000$ y la disponibilidad de seguridad será de >99 a 99.9

SIL	Probabilidad de Falla en demanda (PFD)	Factor de Reducción de Riesgo (1 / PFD)	Disponibilidad de Seguridad (1-PFD)
4	≥ 0.00001 a < 0.0001	$> 10,000$ a $\leq 100,000$	> 99.99 a ≤ 99.999
3	≥ 0.0001 a < 0.001	$> 1,000$ a $\leq 10,000$	> 99.9 a ≤ 99.99
2	≥ 0.001 a < 0.01	> 100 a $\leq 1,000$	> 99 a ≤ 99.9
1	≥ 0.01 a < 0.1	> 10 a ≤ 100	> 90 a ≤ 99

IV.5 Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo

El Escenarios de Riesgo “no tolerables y/o ALARP” fue el escenario 8.11 referente a Sobrellenado de un tanque. Para este escenario se considera que se está realizando una operación de recibo de gasolina hacia el tanque de almacenamiento TV- 13 de gasolina magna mediante la descarga de carro tanques y por fallas indeterminadas de control, el tanque se sobrellena

Resultado de la aplicación de la metodología de identificación de riesgos HAZOP

Tabla 59. Resultados nodos 7,8 y 9

	DP	EP	IA	PP	DI	
A	1	1	1	0	1	4
B	1	1	1	1	0	4
C	29	29	29	30	29	146
	31	31	31	31	30	

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

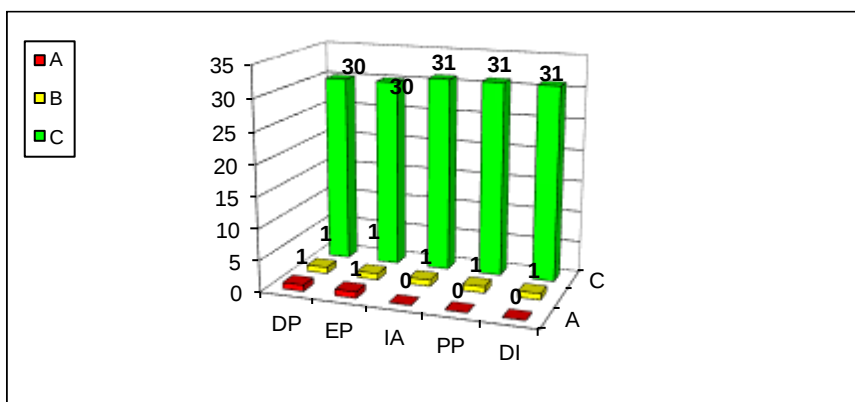
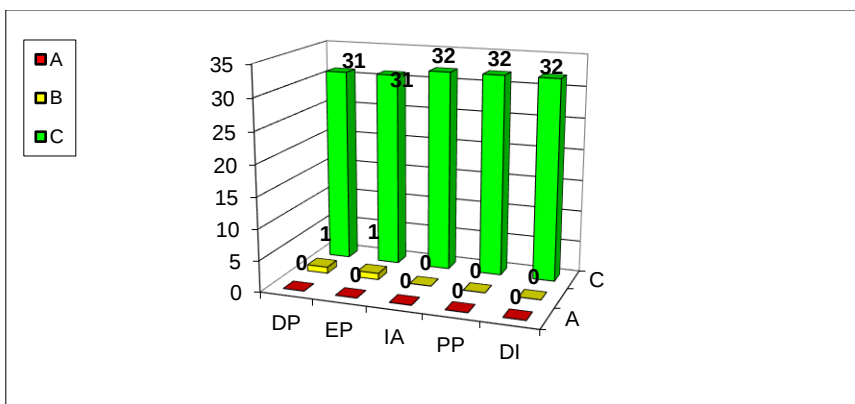


Tabla 60. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo

	DP	EP	IA	PP	DI	
A	0	0	0	0	0	0
B	1	1	0	0	0	2
C	31	31	32	32	32	158
	32	32	32	32	32	



De acuerdo con el análisis efectuado en los incisos anteriores y de acuerdo a lo considerado anteriormente podemos afirmar que los escenarios tratados en este estudio junto con las capas de protección adicionales propuestas, se sitúan en el rango de 10^{-5} a 10^{-16} , para el riesgo de incendio y/o explosión de vapor no confinada, con definición de Remoto (Improbable en la vida útil del sistema) para el evento iniciante en las derrames en tanque de almacenamiento, Increíble (Muy difícil que ocurra) para los eventos, la rotura de la tubería de descarga de carros tanque, y la fuga por la desconexión de un auto tanque en llenaderas, es Remoto

IV.6 Análisis de Vulnerabilidad

Los Regulados llevarán a cabo, para cada uno de los Escenarios de Riesgo simulados, un análisis y evaluación de posibles interacciones de Riesgo, en caso de la materialización

de los mismos, con otras áreas de interés o posiblemente afectadas, equipos, ductos o instalaciones, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo, previamente determinadas, considerando la probabilidad de ocurrencia de un Efecto dominó. Considerando la descripción detallada de las posibles afectaciones respecto a los receptores de Riesgo de interés (personas, población, medio ambiente, Instalación/producción, entre otros).

El efecto dominó, se conoce como el encadenamiento de un accidente primario que ocurre en una instalación o equipo que la mayoría de las veces no es muy grave, pero que puede provocar o generar uno o varios accidentes secundarios que pueden afectar a otros equipos de la misma instalación o incluso afectar instalaciones fuera de ella, que generalmente generan mayores daños e incluso pueden afectar áreas más extensas.

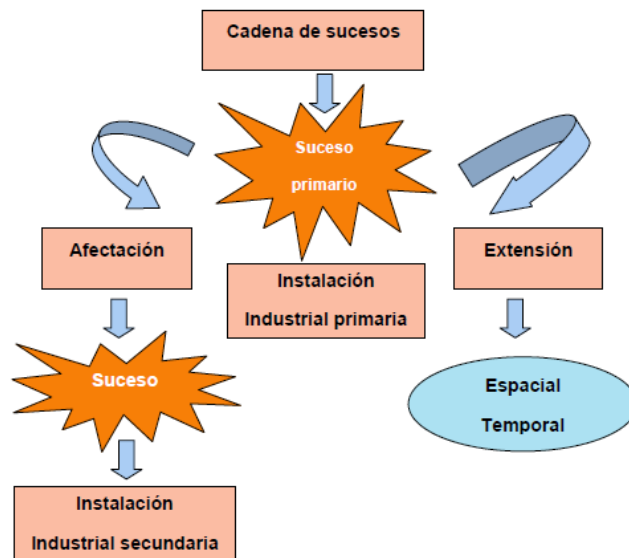
Es por tal motivo que a nivel mundial, se han establecido normas y criterios, para poder analizar este tipo de efectos en las instalaciones industriales; y poder establecer mecanismos y sistemas de seguridad o incluso determinar distanciamiento de seguridad para mitigar los efectos de posibles accidentes, debidos a un posible efecto dominó.

Para el proyecto referente a la Tar Lagos de Moreno, se utilizó el procedimiento indicado por la Directiva de Seveso II, para realizar un análisis de efecto dominó dentro de las instalaciones del proyecto, ya que la Directiva de Seveso II, es la encargada de conjuntar las normas y lineamientos utilizados para la identificación de los peligros, evaluación de riesgos, información concerniente a las normas para la prevención de accidentes mayores y establecimiento de planes de emergencia que rige a todos los países que conforman a la Comunidad Europea.

De la Directiva Seveso II, se tomaron la fuentes y reglamentaciones para la realización de la evaluación de un posible efecto dominó en las instalaciones de la TAR Lagos de Moreno; y los criterios que han utilizado para reforzar la seguridad dentro de las sus instalaciones industriales que son los “criterios utilizados para evaluar los alcances del efecto dominó hacia equipos secundarios”, donde la determinación de los distanciamientos entre equipos e instalaciones es de vital importancia ya que refleja el posible daño esperado sobre ellos y el daño que estos en forma posterior podrían generar; a continuación se hace una introducción hacia los fundamentos y criterios que rigen el análisis de efecto dominó.

Definición , alcance y análisis del efecto dominó

Es importante tener claro los conceptos que se emplearán para la realización del efecto dominó, cuya definición es la siguiente: la concatenación (encadenamiento) de efectos que multiplica las consecuencias, debido a fenómenos peligrosos pudiendo afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías ó equipos del mismo establecimiento o de otros establecimientos próximos, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio, detonación, o explosión, que a su vez provoque nuevos fenómenos peligrosos, como se muestra en la siguiente figura:



Fuente: Real Decreto 1198/2003, de 19 de septiembre 2003.

A partir de esta definición, se puede deducir lo siguiente:

- Un efecto dominó, implica la existencia de un accidente "primario" que afecta a una instalación "primaria" (este accidente puede no ser un accidente grave), pero que induce a uno ó varios accidentes "secundarios", los cuales afectaran a una ó varias instalaciones "secundarias". Este accidente ó accidentes secundarios deben ser accidentes más graves y deberán extenderse los daños del accidente "primario".
- La extensión de los daños, es tanto espacial (áreas no afectadas en el accidente primario, ahora resultan afectadas), como temporal (el accidente secundario afecta a la misma zona pero retardado en el tiempo; en este caso las instalaciones primarias y secundarias pueden ser la misma), ó ambas

Clasificación del efecto dominó

Aparentemente para una instalación industrial, parece difícil imaginar un número de escenarios accidentales que puedan generar un efecto dominó. Sin embargo, las lecciones aprendidas de accidentes pasados nos dan indicaciones de cómo abordar el caso específico, donde puedan suscitarse escenarios con efectos múltiples.

Para realizar la clasificación, se tomó como base el análisis de accidentes, el cual permite clasificar el efecto dominó de la manera siguiente:

- El tipo de instalaciones primarias y secundarias afectadas.
- La naturaleza de los efectos físicos primarios y secundarios que se producirán.

Tipos de instalaciones:

Existen diversos tipos de instalaciones industriales a nivel mundial, para el caso del efecto dominó, se han identificado 7 tipos principales las cuales pueden verse afectadas por el efecto dominó, a continuación, se enlistan:

1. Tanques de almacenamiento bajo presión,
2. Tanques de almacenamiento atmosféricos o criogénicos,

3. Equipos de proceso,
4. Redes de tuberías,
5. Pequeños establecimientos,
6. Áreas de almacenamientos de productos sólidos y
7. Áreas de carga y descarga.

En el caso de la TAR Lagos de Moreno” existen instalaciones del tipo 2 al 4, y 7; en el tipo dos encontramos los tanques de almacenamiento de gasolina y diesel para el tipo 3, todos los equipos de proceso, filtros, bombas, motores, etc.); en el tipo 4 se encuentran todas las tuberías que interconectan los equipos, así como la tubería de carga y descarga; 7, principalmente se encontrarán en las áreas de carga petrolíferos a los auto-tanques.

En la siguiente Tabla, se muestra la frecuencia relativa de ocurrencia de accidentes primarios y secundarios en los diferentes tipos de instalaciones que integraran a la TAR Lagos de Moreno” y como contribuye cada uno de ellos en accidentes de tipo primario y secundario.

Tabla 61. Frecuencias relativas de ocurrencia de efectos dominó para tipos de instalaciones primarias y secundarias

Tipo de instalación	Instalaciones primarias	Instalaciones secundarias
Tanques de almacenamiento atmosféricos	28 %	46 %
Equipos de proceso	30 %	12 %
Redes de tuberías	12 %	--
Pequeños establecimientos	--	9 %

Fuente: Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre 2003.

Como se puede observar en la Tabla 62, los equipos que tienen la mayor frecuencia de generar un efecto dominó dentro de instalaciones de a TAR; sería los tanques de almacenamiento de gasolina, representan un punto importante para originar un efecto dominó, que puede dañar en forma importante áreas extensas de la instalación, debido a que en estos equipos se manejan grandes inventarios de combustible; en el caso de los equipos de proceso los riesgos de que puedan generar un encadenamiento de accidentes.

Para el análisis de efecto dominó se tomó principalmente la evaluación de los tanques de almacenamiento de gasolina por el inventario que manejan, bombas de transferencia, líneas de conducción del mismo y en los equipos de proceso se considera que las condiciones de proceso no serán extremas en cuanto a las variables de proceso (temperatura y presión).

Naturaleza de los efectos primarios y secundarios

Los principales efectos que se pueden generar en accidentes primarios y secundarios asociados a este tipo de fenómenos e instalaciones se presentan en la Tabla 62. Hay que remarcar que un accidente puede generar más de un efecto secundario ó una concatenación de eventos en las instalaciones primarias y secundarias, involucrando equipos y tanques de proceso ó de almacenamiento

Tabla 62. Naturaleza de los efectos físicos en accidentes graves con efecto dominó.

Accidente primario ó iniciador		Accidente secundario	
Tipo de Efecto	Ocurrencia relativa del fenómeno físico	ipo de efecto	Ocurrencia relativa del fenómeno físico
Mecánico (35%)	▪ Explosión de vapores confinados VCE (47%) ▪ Proyectiles (53%)	Mecánico (37%)	▪ Explosión de vapores confinados VCE (59%) ▪ Proyectiles (50%)
Térmico (77%)	▪ Incendio de charco (24%) ▪ Boilover (12%) ▪ BLEVE (31%) ▪ Dardo de fuego (10%) ▪ Incendio flash (14%)	Térmi co (93%)	▪ Incendio de charco (17%) ▪ Boilover (13%) ▪ BLEVE (25%) ▪ Dardo de fuego (--) ▪ Incendio flash (--)
Toxicidad		Tóxico (10%)	

Fuente: Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre 2003.

Derivado del análisis de consecuencias ya efectuado nos indica que como accidentes primarios, por ocurrir se presentarían los derrames de gasolina, generando un incendio tipo de charco hacia las instalaciones, y derivado del análisis de efecto dominó, el segundo escenario, serían incendios tipo charco, una vez consumida la nube de vapores y el retroceso de la flama se dirija hacia la fuente donde se encuentra el derrame, estos accidentes secundarios (incendios tipo charco), a su vez podrían generar nuevos incendios en otras áreas de la instalación de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 62.

Metodología para la identificación de potenciales efectos domino

El término "equipo", se aplica a una parte de una instalación de las que se incluyen en la tabla de frecuencias relativas. Una "zona de equipos" se define como una serie de equipos que corresponden a una misma categoría, agrupados de forma idéntica a efectos del análisis de un accidente. Estos términos se introducen para reducir el número de partes peligrosas dentro de un determinado equipo que hay que considerar. Por ejemplo, si todas las partes de un equipo en una instalación dada son tanques de almacenamiento presurizados, localizados en la misma zona, que contienen sustancias de similares características y con geometrías iguales (esferas, cilindros), sólo hay que tener en cuenta en el análisis el efecto accidental de grandes piezas del equipo.

Para la consideración del efecto dominó hay que tener en cuenta tanto a diferentes establecimientos próximos unos a otros, como a instalaciones diferentes dentro de un mismo establecimiento, que en principio no tienen ninguna relación entre sí.

Descripción del proceso de análisis

En esta parte de la descripción del proceso, se indican las fases ó etapas tomadas en consideración para la elaboración del efecto dominó, en ellas se involucran una fase preliminar y cuatro etapas posteriores, dichos rubros serán descritos con mayor detalle posteriormente.

Fase preliminar: Empleada para recolectar la mayor cantidad de datos posibles sobre el establecimiento (DFP, condiciones de diseño, siniestros ocurridos, entre otros).

Primera etapa: determinación y localización de los equipos y zonas de equipos peligrosas en las instalaciones.

Segunda etapa: a todos los equipos primarios y zonas de equipos, se les asigna una categoría y se asocian los tipos de accidentes y efectos, así como sus posibles epicentros.

Tercera etapa: determinación de los equipos secundarios, que podrían resultar afectados por el efecto dominó a partir de la selección de los equipos y zonas de equipos primarios.

Finalmente la cuarta etapa, consiste en analizar la relevancia de las parejas de equipos ó zonas de equipos identificadas en la etapa anterior.

Fase preliminar:

Consiste en la recopilación de datos que afectan al establecimiento, así como detalles del proceso y/o procesos que se efectúan en las instalaciones. Los datos que se necesitan son los mismos que se requieren para la elaboración de la identificación, jerarquización y evaluación de consecuencias de un Estudio de Riesgo Ambiental, normal, como el establecido en este capítulo. Asimismo, se requiere recabar datos sobre las características técnicas de las instalaciones, equipos, sustancias que se utilizan, detalles del proceso, entre otros documentos.

Primera etapa, localización de los equipos potencialmente peligrosos:

En esta etapa, se hace un estudio exhaustivo de todos y cada uno de los equipos e instalaciones para intentar identificar cualquier pieza de algún equipo que pueda resultar potencialmente peligroso. Estos equipos, se agrupan y se elabora una lista con todos los equipos de estas características y una ficha para cada equipo analizado. En esta ficha, se incluirán datos sobre sustancias peligrosas manejadas, presión, temperatura, volumen o cantidad utilizada, dimensiones de equipos, etc.

Segunda etapa, selección de equipos primarios ó zonas de equipos primarios, accidentes primarios, efectos asociados y epicentros:

El propósito de esta etapa es la selección de los equipos ó zonas de equipos que pueden iniciar un accidente primario. En principio, sólo se consideran efectos primarios por radiación térmica, ó de sobrepresión. Las Tabla 63 y Tabla 64, siguientes representan los

accidentes primarios, efectos y epicentros para los casos de tanques de almacenamiento bajo presión y tanques de almacenamiento atmosféricos o criogenizados.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, para la TAR Lagos de Moreno, en la Tabla 63, se muestra que los principales efectos primarios a producirse en las instalaciones del proyecto, serían los incendios tipo charco, debido a derrames de gasolina de los tanques de almacenamiento, estos pueden originar accidentes secundarios que pudieran ser otros incendios ó fugas, de equipos cercanos a los tanques afectados por estos accidentes primarios.

Tabla 63. Representación de los accidentes primarios, efectos y epicentros para los casos de tanques de almacenamiento bajo presión.

Tanques presurizados		
Accidente primario	Efecto	Localización del epicentro
Incendio de charco	Radiación Térmica	En el área industrial, zona considerada para la instalación del equipo
Dardo de fuego	Radiación Térmica	En el área industrial, zona considerada para la instalación del equipo
BLEVE	Sobrepresión Proyectiles	En el área industrial, zona considerada para la instalación del equipo
Explosión de vapores confinados (VCE)	Sobrepresión	En una zona congestionada ⁶ (*) en la que se genera la explosión

Fuente: Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre 2003.

Como se aprecia, en la Tabla 64 otra sección a discutir, será para la instalación de tanques atmosféricos, como se sabe dentro de las instalaciones industriales del proyecto, se contempla; en dicha tabla se presentan los accidentes primarios y sus efectos principalmente de tanques de almacenamiento atmosféricos de las instalaciones, sitio donde se encontraran los mayores inventarios de gasolina, (sustancia con características de inflamabilidad), que puede generar incendios con consecuencias severas dentro de la instalación; sin embargo es importante recordar que la probabilidad que se presente este evento es extremadamente baja, sin embargo fue considerado dentro del análisis de consecuencias.

Tabla 64. Representación de los accidentes primarios, efectos y epicentros para los casos de tanques de almacenamiento atmosféricos o criogenizados.

Tanques atmosféricos o criogenizados		
Accidente primario	Efecto primario	Localización del epicentro
Incendio de charco	Radiación Térmica	En la zona considerada para la instalación del equipo
Incendio del tanque	Radiación Térmica	En la zona considerada para la instalación del equipo

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Explosión del tanque	Proyectiles	En la zona considerada para la instalación del equipo
Explosión de vapores confinados	Sobrepresión	En una zona congestionada (*) en
Boilover (sólo en tanques atmosféricos)	Radiación Térmica	En la zona considerada para la instalación del equipo

Fuente: Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre 2003.

Como se ha mencionado anteriormente, para el análisis de efecto dominó dentro de la TAR Lagos de Moreno, el equipo ó los equipos que representan un punto de riesgo importante, son los tanques de almacenamiento de gasolina, ya que este como iniciador primario de un accidente por los grandes inventarios que maneja puede dañar seriamente una gran extensión de las instalaciones y los equipos que se encuentren en ella; asimismo también puede ser iniciador de diferentes tipos accidentes con diversas afectaciones hacia las instalaciones de la TAR, se pudiera generar una nube de vapores de gasolina que en el caso de que se encuentre un fuente de ignición se produzca un flamazo y posteriormente esta flama regrese hacia el derrame en el dique generando un incendio tipo charco, la evaluación de los efectos de estos posibles escenarios se encuentran detallados más adelante, referente a la evaluación de efectos sinérgicos (efecto domino).

Tercera etapa, determinación de equipos secundarios. Criterios básicos:

El propósito de esta etapa será la selección cuidadosamente de los equipos en las instalaciones diferentes (correspondientes a establecimientos diferentes o dentro de un mismo establecimiento) que pueden verse involucradas por el efecto dominó. Hay que estimar mediante criterios de radiación térmica, sobrepresión y/o alcance de proyectiles, las posibles zonas secundarias que podrían resultar afectadas por el accidente primario ocasionado en las instalaciones del proyecto.

Si bien, es necesario establecer los criterios utilizados para determinar los alcances del efecto dominó estos se muestran en la Tabla 65.

Tabla 65. Criterios utilizados para evaluar los alcances del efecto dominó.

Criterios básicos
a) Incendio de charco: • Equipos sin protección: 8 kw/m² • Equipos protegidos: 32-44 kw/m² • Como Zona de Alto Riesgo: 5 kw/m² en 3 minutos como dosis de radiación. * b) Dardo de fuego: distancia de 100 metros o radiación equivalente. c) BLEVE: 160 mbar (2.3 psi) de sobrepresión (daños graves) o 125 mbar (1.81 psi) como Zona de Alto Riesgo. d) Proyectiles: distancia alcanzada por el 80% de ellos. e) Boilover: radiación equivalente a un incendio de charco de 85 m de diámetro para hidrocarburos pesados. f) Explosión de vapores confinados (VCE): 160 mbar (2.3 psi) de sobrepresión (daños graves) ó 125 mbar

(1.81 psi) como Zona de Alto Riesgo.

* En la legislación española, se utiliza este criterio para la definición de la Zona de Alto Riesgo por radiación térmica (5 kW/m², durante 3 minutos)

Fuente: Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre 2003.

Una vez definidos los criterios, para evaluar los alcances del efecto dominó dentro de las instalaciones de la TAR Lagos de Moreno, se determinaron los distanciamientos de seguridad que da como resultado el simulador ALOHA (ver **ANEXO 8**), estos serán empleados para proponer la ubicación y distribución de los equipos dentro de la TAR.

Cuarta etapa: análisis detallado del efecto dominó:

En la etapa final, se verificará la importancia de las parejas de equipos ó las zonas de equipos que se han seleccionado en la etapa anterior y realizar un análisis profundo de los accidentes seleccionados en las instalaciones.

Dicha verificación, abarcará cuatro aspectos relevantes, como son:

1. Análisis detallado de cada accidente: consideraciones teóricas profundas, estudio de casos similares, uso de herramientas informáticas, etc.
2. Consideración de factores perjudiciales: configuraciones especiales, inexistencia de sistemas de protección, zonas congestionadas, orientaciones erróneas, etc.
3. Consideración de circunstancias favorables y sistemas de seguridad: aspectos que pueden mitigar los efectos de los escenarios catastróficos.
4. Experiencia adquirida: experiencia adquirida por accidentes pasados que pueden ayudar a determinar sucesos primarios y secundarios, descartando otros que no presentan relevancia importante.

Con la etapa preliminar y las cuatro fases, se identificará y desarrollará los eventos para el efecto dominó, a desarrollar en el presente análisis.

Aplicación de la metodología.

Este tipo de metodología, se ha intentado aplicar para áreas industriales afectadas en países de la Comunidad Europea, a falta de un desarrollo posterior y en espera de criterios más detallados que emanen de las Autoridades competentes, sólo se han

aplicado las tres primeras etapas. Las conclusiones que se pueden obtener son las siguientes:

Las tres primeras etapas del procedimiento pueden ser implantadas operacionalmente, aunque no se han desarrollado totalmente.

El efecto dominó entre instalaciones vecinas afecta principalmente por explosiones de vapor ó por proyectiles.

Estos procedimientos pueden ayudar al análisis de seguridad interno de los propios establecimientos industriales.

Por último, esta metodología es bien aceptada por la industria, como herramienta para aumentar sus propios niveles de seguridad.

Para la TAR Lagos de Moreno se ha determinado que el efecto dominó, se evalúe bajo los siguientes criterios:

1. Se determinó la información básica de la instalación, de las sustancias químicas, del proceso y la distribución interna propuesta de los equipos del proyecto.
2. Se tomarán en cuenta todas las medidas de seguridad que la instalación implemente para el control de un incidente.
3. La instalación, contará con una gran extensión de superficie para la instalación del proyecto, así como zonas de salvaguarda en las instalaciones del Proyecto.
4. Determinar posibles medidas adicionales para reforzar la seguridad interna de las instalaciones del proyecto, además de las que resulten en la ingeniería de detalle aplicadas la TAR.
5. Así mismo, se tratará de conjuntar un Plan de Emergencia Externo (PEE), entre las instalaciones industriales existente en el sitio (Akron), el PEE, será el marco orgánico y funcional para prevenir o, en su caso, mitigar, las consecuencias de los accidentes graves fuera de los límites del recinto industrial, previamente analizados, clasificados y evaluados, se deberán establecer las medidas de protección idóneas, los recursos humanos y materiales necesarios para su aplicación y el esquema de coordinación de las autoridades, industrias existentes en el sitio.

Determinados los criterios y la metodología planteada para el efecto dominó, se procedió a establecer los criterios utilizados para evaluar el efecto dominó dentro de la proyecto, los equipos seleccionados para efectuar el análisis en base a la metodología de identificación de Riesgos fue el HAZOP; del mismo modo se indican los valores utilizados por el Simulador ALOHA para determinar las distancias y los efectos de estos escenarios y poder determinar los posibles daños en los equipos y áreas contiguas, a los equipos analizados.

Los criterios para la clasificación del nivel de daño esperado seleccionados fueron los siguientes y ocupados en la determinación de los riesgos:

Clasificación del nivel de daño esperado

Nivel 1: Daño elevado y catastrófico. Destrucción total o parcial de la planta.

Nivel 2: Daño moderado. Daños a estructuras y otros puntos débiles de la instalación (válvulas, instrumentos, etc.), que pueden originar fugas menores. En caso de no poder conducir la planta a posición segura, riesgo de generar accidentes que evolucionen desfavorablemente hacia un nivel de daño 1.

Nivel 3: Daño leve. No se prevén consecuencias graves sobre equipos de proceso u otras instalaciones.

Nivel 4: Sin daños.

Determinados los criterios y la metodología planteada para el efecto dominó, se procedió en la Tabla 66, a establecer los criterios utilizados para evaluar el efecto dominó dentro de las instalaciones del proyecto, los equipos seleccionados para efectuar el análisis en base a la metodología de identificación de Riesgos (HAZOP) y la jerarquización de acuerdo a los arboles de falla; del mismo modo se indican los valores utilizados por el Simulador ALOHA para determinar las distancias y los efectos de estos escenarios y poder determinar los posibles daños en los equipos y áreas contiguas, a los equipos analizados

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Tabla 66. Criterios utilizados para evaluar el efecto dominó en las instalaciones industriales de la TAR Lagos de Moreno”.

Área	Equipo considerado	Efecto		Consideraciones
		Inflamabilidad (KW/m²)		
TAR LAGOS DE MORENO	Tanque de almacenamiento o gasolina Carga y descarga de gasolina	37.8	El acero estructural pierde resistencia en pocos minutos, si no es enfriado convenientemente.	Tomar en cuenta las medidas de seguridad propuestas para el proyecto. Condiciones de operación y el inventario, así como las condiciones climatológicas del sitio. Distancia a otros tanques de almacenamiento de gasolina y cercanía con otras áreas de proceso.
		37.50	Suficiente para causar daño al equipo (banco mundial).	
		25	Mínima requerida para provocar ignición de madera en periodos de exposición muy largos (banco mundial).	
		15.77	Equivalente recomendada para estructuras y áreas en donde no es deseable tener operadores y en donde se cuenta con blindaje a la radiación térmica. (API 521, diseño de quemadores).	
		12.5	Mínima requerida para fundición de conductos de plástico (banco mundial).	
		12.6	El tiempo promedio en que las personas alcanzan la sensación de dolor 4 segundos, Descomposición de la madera.	
		9.5	Umbral de dolor posterior a ocho segundos de exposición; quemaduras de segundo grado en periodos de exposición de 20 seg. (Banco mundial), descomposición de la madera.	
		9.46	La exposición debe ser limitada a pocos segundos, suficiente para escapar.	
		6.31	Intensidad de calor en áreas donde acciones de emergencia, con duración de hasta un minuto se pueden realizar por parte del personal, sin blindaje pero con ropa apropiada. (API 521, diseño de quemadores).	
		4.73	Intensidad de calor en áreas donde acciones de emergencia, con duración de hasta varios minutos se pueden realizar por parte del personal sin blindaje pero con ropa apropiada. (API 521, diseño de quemadores), descomposición de la madera. Nota 2.	

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Área	Equipo considerado	Efecto		Consideraciones
		Inflamabilidad (KW/m²)		
		4	Suficiente para causar dolor al personal, en caso de que este no se resguarde en 20 segundos. Sin embargo es probable la formación de ámpulas en la piel (quemaduras de segundo grado), Deshidratación de la madera quemaduras de primer grado.	
		1.6	No ocasionan incomodidad en largos periodos de exposición (banco mundial).	
		1.58	Equivalente a la recomendada para diseño de quemadores aplicable a cualquier localidad donde el personal es expuesto continuamente. (API 521, diseño de quemadores).	
		1.4	Deshidratación de la madera, quemaduras de primer grado.	

Los eventos identificado en las Tabla 66, fueron identificados como los posibles escenarios de presentar un evento con un efecto dominó, y la evaluación de consecuencias se determinará en el siguiente apartado.

Evaluación de efectos sinérgicos (efecto domino)

En el presente apartado, se llevó a cabo la evaluación de consecuencias, por el efecto dominó, para la TAR Lagos de Moreno, considerando la información básica con que se cuenta hasta el momento; y teniendo en cuenta el arreglo de la planta, pero es importante, mencionar que el caso de existieran cambio en las instalaciones, se presentará un Análisis e Riesgo con las modificaciones por realizarse (identificación y jerarquización de escenarios y su respectiva evaluación de consecuencias).

Los eventos analizados, para el efecto domino, fueron los siguientes:

Derrame de gasolina por Sobrellenado de un tanque de almacenamiento durante la descarga de carros tanque, coincidiendo la falla de instrumentación, el sistema de control y el error humano con generación de incendio. (incendio tipo Charco o pool FIRE).

Análisis de interacciones de riesgos con instalaciones cercanas (efecto domino)

Determinadas las Zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento (**ANEXO 8**) de cada uno de los nodos antes mencionados, se procedió a la elaboración de los Diagramas de pétalos correspondientes, dichos permitieron realizar un análisis de las probables afectaciones que se pudieran provocar en las instalaciones, instalaciones y a la población colindante, este análisis fue desarrollado para los efectos de inflamabilidad, y fueron presentados en las siguientes tablas, adicionalmente se consideró la realización de un análisis de interacciones en las instalaciones, la infraestructura y la población.

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Punto de referencia	Descripción evento	Escenario Accidental	Puntos críticos	Distancia (m)	Umbral de daño (Kw/m²)	Descripción daños	Nivel de daño
Tanque de gasolina magna TK-13	Sobrellenado de un tanque de almacenamiento durante la descarga de carros tanque, coincidiendo la falla de instrumentación, el sistema de control y el error humano, con generación de incendio tipo charco o Pool Fire charco	Incendio tipo charco (Pool Fire)	Tanque de almacenamiento de gasolina TK-14	7.19	Incendio en el pool fire	Daño estructural, pérdida de integridad mecánica, colapso de recipiente	1
			Tanque de almacenamiento de gasolina TK-11	7.5	Incendio en el pool fire	Daño estructural, pérdida de integridad mecánica, colapso de recipiente	1
			DIQUE CON LOS SIGUIENTES TANQUES TK-06, TANQUE DE DIESEL TK-07, GASOLINA MAGNA TK-08, GASOLINA MAGNA TK-09, TANQUE DE GASOLINA PREMIUM TK-10, GASOLINA MAGNA	37	30.1(Kw/m²)	Daño moderado. Daños a estructuras y otros puntos débiles de la instalación (válvulas, instrumentos, etc.), que pueden originar fugas menores. En caso de no poder conducir la planta a posición segura, riesgo de generar accidentes que evolucionen desfavorablemente hacia un nivel de daño 1.	2
			AREA DE CARGA Y DESCARGA	79.29	19.44	Daño leve, no se prevén consecuencias graves sobre equipos de proceso	3
			Planta AKRON	193	0.7	Daño leve, no se prevén consecuencias graves sobre equipos de proceso	3

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO DE RIESGO
“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO LAGOS DE MORENO”

Tabla 67. Interacción de riesgos para la TAR Lagos de Moreno, por Inflamabilidad (incendio tipo Charco o Pool Fire).

Inflamabilidad (incendio tipo Charco o Pool Fire)					
Nodo	Material	Límites de protección	Personal	Población	Medio ambiente
Tanque de gasolina magna TK-13		Zona de alto Riesgo 5 Kw/m ² 128	También se denomina Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos. Es el límite Máximo soportable por personal protegido con trajes especiales y tiempo limitado. El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda sin protección adecuada) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado; Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55,0 °C aparecen ampollas.	Sin daño a la población	Contaminación atmosférica
		Zona de amortiguamiento 1.4 Kw/m ² 299 metros	Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta trabajo normal), Límite permisible para una exposición prolongada del personal con equipo de seguridad básico.	Sin daño a la población	Contaminación atmosférica

En el anexo 8 se incluyen las simulaciones efectuadas para estos eventos

El incendio del tanque TK-13 compromete dos tanques más en su colindancia; si se garantiza su integridad recomendando pruebas al sistema contra incendio y la instalación de anillos de enfriamiento circunferenciales, se reducirá el riesgo de posibles daños a éstos.

Se recomienda realizar pruebas contra incendio bajo el estándar NFPA25, que verifican la confiabilidad de dicho sistema, proporcionando una reducción en la probabilidad del riesgo.

Estas salvaguardas aplican para la prevención de la generación de un efecto dominó en el resto de los escenarios analizados en este estudio, por lo que deberán de ser aplicadas en todos los tanques de almacenamiento.

En caso de un incendio en un tanque de almacenamiento se empleará la inyección sub superficial de espuma de la red de contra incendio, además se procederá a enfriar la superficie de los tanques que se localicen a un costado del siniestro, mediante hidrantes y monitores, para evitar calentamiento de los éstos recipientes y que se propague el incendio pudiendo provocar mayores daños a las instalaciones, a los trabajadores y al entorno.

El impacto ambiental de los accidentes esperados es reducido (humo, contaminación del terreno en áreas donde no hay contención y colección de derrames). En el caso de un accidente extremo, poco esperado, como el escalamiento de un incendio iniciado por un derrame de un tanque a los tanques colindantes, los efectos físicos sobre el entorno serían mayores pero no graves (humo, daños menores a edificaciones y roturas de cristales). Sin embargo, los efectos psicológicos en la población circundante si fuesen serios, causando grave conmoción, pánico y el consiguiente rechazo público.

La prevención de un escenario de accidente de este tipo hace necesaria la operación efectiva de la red de contra incendio, como se señaló en el HAZOP. Un accidente extremo de este tipo debe considerarse en el plan de emergencia como base para coordinar la asistencia externa y la atención al público de tal situación.

De acuerdo con la evaluación de radios de afectación, las medidas de seguridad y las dimensiones de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lagos de Moreno, los riesgos de la instalación son derrames e incendio en el interior lo que provocaría daños a las bombas, tuberías, tanques.

Las medidas preventivas de la Terminal de Almacenamiento y Reparto son las siguientes:

- Diseño de los tanques y bombas de acuerdo a los códigos y normas.
- Realización de controles de calidad, inspecciones y pruebas, como parte del proceso de diseño, fabricación e instalación de los equipos.
- Existencia de procedimientos y controles de operación apropiados.
- Existencia de dispositivos de control, protección y seguridad (válvulas de alivio/seguridad) para evitar que desviaciones de la operación normal conduzcan a eventos que dañen la integridad de las instalaciones.
- Sistema de alarmas en los tanques de almacenamiento
- Detectores de mezclas explosivas.

- Implementación de un programa de mantenimiento preventivo, existencia de dispositivos de aislamiento (diques) y procedimientos para evitar fugas durante trabajos de mantenimiento.
- Sistema contra incendio (hidrantes, hidrantes-monitores, extintores)

Los accidentes probables debido al manejo de sustancias peligrosas son considerados en el Programa de Prevención de Accidentes como base para coordinar la asistencia externa y la atención al público de tal situación. El Programa de Prevención de Accidentes incluye las instalaciones para la atención de emergencias, así como funciones y responsabilidades, procedimiento para fugas e incendios, equipo de combate de incendios, equipo de comunicación, equipo de primeros auxilios, equipo de protección personal.

IV.7 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

Los Regulados describirán de manera detallada los dispositivos, medidas y Sistemas de Seguridad con los que contará la Instalación y/o Proyecto, mediante los cuales se reduzca la probabilidad de ocurrencia de los Escenarios de Riesgo identificados, así como para la prevención, control y atención de Eventos extraordinarios. Para tal efecto, se incluirán planos a escala mínima 1:5000, indicando la localización de los equipos, dispositivos y Sistemas de Seguridad.

Para los casos en los que se presente una fuga de sustancias con características de toxicidad, se describirán las medidas consideradas para la detección, control y contención de dichas sustancias y con ello evitar la dispersión de las mismas.

En las medidas preventivas, los Regulados incluirán aquellas que estén consideradas en el Proyecto y/o existentes en la Instalación, tales como: sistema digital de monitoreo y control, sistema de paro por emergencia, sistema de detección de gas y fuego, sistema contra incendio, sistema de contención de derrames, sistema de drenajes, sistema de desfogue de gas a quemador, protocolo de respuesta a emergencia, entre otros. Además, incluirá los programas de mantenimiento e inspección y programas de contingencias que se aplicarán durante la operación normal de la Instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de Accidente.

Es necesario que se indiquen claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, como se señala en la presente Guía

Sistema contra incendio

La red de agua contra incendio base agua debe ser diseñada conforme a los requerimientos necesarios para la Terminal de Almacenamiento y Reparto “Lagos de Moreno”. Los componentes de los equipos de la red contra incendio deben resistir las condiciones climatológicas y emanación de vapores corrosivos derivadas del medio ambiente y del proceso productivo de la instalación.

Todos los componentes de la red de agua contra incendio deberán ser diseñados, contruidos y probados de acuerdo con los estándares y normas listados en esta especificación, así como a las mejores prácticas de ingeniería y métodos propios del Contratista, debiendo operar satisfactoriamente en un mínimo de veinte (20) años y al menos cinco (5) años de operación ininterrumpida.

En caso de cualquier conflicto entre las especificaciones, normas y hojas de datos aplicables, el siguiente orden de precedencia tendrá efecto:

- Hoja de datos
- Esta especificación
- Normas nacionales
- Normas extranjeras
- Normas internacionales.

La red de agua contra incendio cubierta por esta especificación, deberá ser diseñada y construida expresamente para la aplicación requerida por reconocidas compañías cuyo plan de gestión de la calidad esté certificado por ISO-9001 para el diseño, construcción y pruebas de taller.

El Contratista que instale la red de agua contra incendio deberá poseer su certificado de ISO- 9001 como evidencia en el momento de recepción de las ofertas, los ofertantes que no presenten su certificado vigente no serán aceptados.

BOMBAS CONTRA INCENDIO

Las bombas contra incendio deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

El equipo de bombeo del sistema contra incendio debe cumplir los requerimientos de diseño y fabricación de la norma NFPA 20, la cual indica que las bombas deben ser para servicio específico de protección contra incendio, siendo las bombas principal y de respaldo listadas UL y aprobadas FM. La bomba Jockey (sostenedora de presión) no requiere estar listada, pero si debe estar aprobada.

Las bombas contra incendio (principal, relevo y sostenedora) deben tener como identificación una placa metálica colocada en un lugar visible, en donde se indiquen sus características principales tales como:

- Fabricante
- Tipo
- Número de serie
- Condiciones de operación:
- Gasto y presión nominal
- Revoluciones por minuto
- Gasto y presión al 150% del nominal
- Presión de cierre
- Logotipos de listado UL y aprobación FM

Las bombas contra incendio deben tener la característica de proporcionar, al menos, el 150% de su capacidad nominal operando como mínimo al 65% de su presión nominal de descarga.

La curva de operación de la bomba debe mostrar un comportamiento estable, incrementando continuamente la carga a medida que se reduce la capacidad hasta la

condición de válvula cerrada (shut-off). El incremento de la carga al cierre de la válvula no deberá ser mayor del 140% para bombas horizontales.

El accionador (motor de combustión interna a diesel) deberá ser capaz de desarrollar la suficiente potencia para cumplir con la potencia que resulte en ambos puntos de operación.

El equipo, incluyendo auxiliares, debe estar adecuado para condiciones específicas de operación y deberá ser diseñado y construido para una vida de servicio mínima de 20 años.

Como incluyentes auxiliares se debe contar con un paquete (skid) que realice la interconexión entre cabezal de descarga y cabezal de retorno a tanque que este conformado por, medidor de flujo, válvulas de bloque y válvulas para descarga de agua de 2½"Ø, tal y como lo indica la norma NFPA 20 – 2016.

En cuanto a su diseño, las bomba principal y de relevo deberá ser de acuerdo al estándar FM- 1311 y ANSI/UL 448.

El diseño de la carcasa deberá ser dividida axialmente, con ambas partes sujetas mediante tornillos guía con la finalidad de que ambas caras asienten correctamente. Los soportes de las chumaceras deberán ser de fundición y maquinados integralmente en la sección inferior de la carcasa.

La bomba jockey deberá ser de un diseño de bomba centrífuga, vertical, de pasos múltiples o bomba jockey tipo turbina regenerativa o bomba de succión axial.

La bomba jockey debe ser dimensionada para compensar la tasa de fugas permisible en 10 minutos o 1 gpm, lo que sea mayor.

El equipo bomba-motor-controlador deberá ser ensamblado y montado como paquete, en un patín rígido de acero estructural A-36, con orejas de izaje y pernos de anclaje, adecuado para instalarse en cimentación de concreto.

Todo el equipo deberá ser diseñado para permitir un mantenimiento rápido y económico.

La bomba principal y de relevo del sistema contra incendio serán accionadas por motores de combustión interna a diesel de aspiración natural, del tipo de ignición por compresión, en cumplimiento con el Capítulo 11 "Diesel Engine Drive" del estándar NFPA 20. Deberán ser de arranque eléctrico por batería, no está permitido el uso de motores de combustión interna encendidos por chispa. Los motores de combustión interna deben contar con aprobación FM- 1333 para servicio contra incendio.

El motor debe tener una potencia 10 % mayor de la requerida por la bomba a la velocidad de diseño.

El motor debe estar conectado a la bomba de eje horizontal mediante un acoplamiento flexible o un eje de conexión flexible, listado para este servicio.

El accionador deberá ser dimensionado para alcanzar la máxima condición de operación especificada en la hoja de datos.

El equipo deberá ser ensamblado y montado como paquete en un patín rígido de acero estructural, con orejas de izaje y pernos de anclaje, adecuados para instalarse en cimentación de concreto.

La bomba y su accionador deberán ser alineados conforme a las especificaciones del fabricante del acoplamiento y de la bomba y de la última edición de Hydraulics Institute Standards.

El motor de combustión interna deberá de tener como mínimo los siguientes componentes:

- Gobernador de velocidad variable con límites de regulación de 8 a 10%.
- Alternador de 45 amperes.
- Marcha 12 voltios.
- Intercambiador.
- Bomba de combustible.
- Tanque de combustible.
- Solenoide 12 voltios para el corte combustible.
- Tacómetro para indicación de velocidad.
- Horómetro mecánico.
- Sensor e indicador de temperatura de aceite.
- Filtro de aceite.
- Sensor e indicador de temperatura del sistema de enfriamiento
- Sensor e indicador de presión del aceite.
- Amperímetro.
- Pick up magnético.
- Contactor auxiliar de marcha.
- Batería de 12 voltios y batería de respaldo con cargador de suministro externo.
- Cables.
- Filtro de aire.
- Brida de tubo de escape de acero con junta de expansión.
- Tablilla de conexiones externa.

Se deberá suministrar un sistema de combustible, que incluya un tanque para consumo de 8 horas diarias de operación continua o para una capacidad de un galón por cada HP del motor propuesto más un 10 %, lo que sea mayor, incluirá su tubería de llenado, tubería de

salida al motor, tubería de retorno al motor, indicador de nivel, venteo con arrestador de flama y tubería para derrame. El sistema de combustible del motor incluirá dos filtros para diesel conectados en serie. El tanque de combustible deberá contar con aprobación FM-142.

El tanque de combustible deberá de contar con purga para el drenado de sedimentos, así como indicador de nivel. Todas las mangueras que manejen combustible deben ser flexibles y resistentes al fuego.

El motor de combustión interna estará equipado con un tablero integral en la base del motor que incluya como mínimo lo indicado en el punto 11.2.5 “Instrumentation” del estándar NFPA 20.

Todos los tableros controladores de las bombas contra incendio deberán venir montados en el patín estructural de cada paquete de bombas. Los controladores deberán ser aprobados FM- 1321.

La estructura o panel deberá estar firmemente montada sobre, como mínimo, un gabinete protegido a prueba de goteo NEMA 4.

Los gabinetes deberán tener conexión a tierra de conformidad con el NFPA 70, Código Eléctrico Nacional, Artículo 250.

Los gabinetes deberán estar contruidos con lámina de acero rolada en frío y estructuras de perfiles laminados de acero, que formen una estructura que le permita auto soportarse sobre el patín estructural. El diseño del gabinete será con una puerta al frente abatible que permita el acceso para cuestiones de mantenimiento. La parte posterior del interruptor será de frente muerto, con tapa atornillable para permitir el acceso al compartimiento de terminales de los tableros de control y de los terminales de la línea.

La cara visible del controlador debe quedar perfectamente pulida y limpia, debe cubrirse con dos capas (mínimo) de pintura base (primario), seguidas de otras dos capas de pintura para acabado final color rojo bermellón.

Se debe proveer una placa, que permitirá realizar la conexión a tierra del interruptor a la red del sistema de tierra con conectores mecánicos y/o de presión, así como el patín donde se monta el equipo el cual se utiliza una conexión soldable en dos puntos.

El tablero deberá tener las preparaciones necesarias para recibir la tubería conduit de cada uno der los alimentadores. Y deberá tener un mecanismo que no permita la apertura de la puerta principal mientras este energizado el interruptor principal.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA RED CONTRA INCENDIO

La red de tuberías de agua contra incendio tendrá una configuración en anillos principales, estará conformada por:

Tubería de la red de agua contra incendio:

- a) Cabezales de succión y descarga de bombas contra incendio, anillos de distribución superficiales y enterrados y derivaciones hacia hidrantes-monitores e hidrantes de gabinetes para manguera.
- b) Válvulas de seccionamiento en cabezales de succión y descarga de bombas y en anillos de distribución.
- c) Hidrantes-Monitores del tipo corazón (o equivalente) manuales. Monitores con boquillas de descarga de agua de 500 gpm, con tomas para hidrantes en 1½ y 2 ½ pulgadas para descarga de 100 gpm.
- d) Hidrantes de gabinete para manguera. Hidrantes con gabinete, manguera de 1½ pulgadas, boquilla para descarga de 100 gpm, conexiones roscadas y llaves para apriete manual

Bombas contra incendio. Bomba principal y respaldo centrífuga horizontal de carcasa bipartida con motor de combustión interna a diesel y bomba jockey con motor eléctrico.

RED DE AGUA CONTRA INCENDIO

La red de tuberías de agua contra incendio deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) Las tuberías para la red de agua contra incendio deben cumplir con la norma AWWA C200 y con los requerimientos de fabricación de la especificación ASTM A53.

El diámetro de los cabezales de succión/descarga y anillos principales deberá ser de 6 pulgadas como mínimo. No se permitirá ninguna interconexión de la red de agua contra incendio con algún servicio de agua, por ejemplo, agua de servicios, enfriamiento, etc., el sistema es para uso exclusivo de la red contra incendio.

La tubería será instalada de forma aérea, y en pasos de calle y vialidades deberá ser enterrada a 900 mm del lomo superior de tubería.

- b) Las válvulas de seccionamiento serán del tipo compuerta de vástago ascendente (OS&Y), cuerpo de acero al carbón ASTM A216 grado WCB, clase 150#, extremos bridados, cara realzada (R. F.), volante fijo, vástago ascendente, cuña sólida o flexible, bonete bridado con diseño de empaquetadura, internos de aleación CoCr ó NiCr, asientos con cara endurecida de acuerdo al código ASME B16.34, trim 5 conforme ISO 10434.

En la etapa de Ingeniería de Detalle para la instalación y pruebas de las válvulas de seccionamiento de tipo compuerta se deberá considerar el suministro, instalación, acarreo, carga, descarga, soportería, mano de obra y todos los materiales para su correcta instalación.

La ubicación de dichas válvulas es de gran importancia, de manera tal, que puedan aislarse los tramos de tubería en cada anillo de la red, para reparaciones y/o realización de trabajos de ampliación y mantenimiento, sin dejar de que en caso de alguna emergencia por fuego quede deshabilitada la red, provocando no poder realizar la protección de la instalación ante la emergencia.

Las válvulas instaladas para la red contra incendio deben ser listadas UL y aprobadas FM para servicio contra incendio, las válvulas deben instalarse sobre el nivel de piso terminado.

c) Hidrante-Monitor. La derivación que alimentará a los hidrantes-monitores debe ser a base de tubería de 6 pulgadas. de diámetro como mínimo y cumplir con lo requerido en el inciso a). descrito anteriormente.

Hidrante fabricado en tubería de acero al carbón ASTM A53 de 6 pulgadas de diámetro como mínimo, cédula estándar, brida superior cuello soldable de 4 pulgadas, clase 150#, cara realzada (R.F.) con dos (2) salidas laterales de 1½ y 2 ½ pulgadas de diámetro.

Las dos (2) salidas laterales para conexión a manguera de la parte del hidrante deben contar con válvula tipo compuerta para servicio contra incendio de material acero al carbón ASTM A216 Gr WCB.

Válvula de admisión a monitor, debe ser una válvula de apertura y cierre rápido de 4 pulgadas de diámetro, clase 150#, cuerpo de acero al carbón ASTM A216 Gr WCB, con maneral para su apertura y cierre de ¼ de vuelta. La válvula de admisión o suministro para el monitor deberá ser listada UL y/o aprobada FM.

Monitor de material bronce o resistente a la corrosión, entrada bridada de 4 pulgadas, clase 150#, salida macho de 2½ pulgadas, para instalación fija, con movimiento horizontal de 360° y movimiento vertical de 120°, debe tener proyección de posición fija en una dirección deseada de acuerdo al riesgo protegido. El monitor deberá descargar más de 250 gpm. El monitor debe ser listado UL y/o aprobado FM.

Boquilla de Monitor de 2½ pulgadas de diámetro para descargar un gasto de 500 gpm fabricada en material resistente a la corrosión (como el bronce), el patrón de descarga deberá ser de chorro directo, niebla estrecha (cono difusor a 30°) y niebla amplia (cono difusor a 60°), debe trabajar a una presión de operación de 100 psi. La boquilla debe listada UL y/o aprobada FM.

d) Hidrantes de gabinete para manguera, conformado por manguera flexible que se pueda enrollar y de fácil manejo por personal de la Terminal de Almacenamiento y Reparto “Lagos de Moreno”, para su conexión contará en sus extremos con coples conectores roscados (hembra y macho) que permitan la conexión con los accesorios instalados para el servicio contra incendio del gabinete.

La manguera para servicio contra incendio debe ser fabricada con un tubo interior de material flexible y un forro tejido de fibra natural o sintética, la longitud de la manguera será de 100 ft (30 m).

La manguera y los accesorios de conexión deben dar cumplimiento a los requerimientos de las NFPA 1961 y NFPA 1963, y deben ser listadas UL y aprobadas FM.

El gabinete para manguera se conformará por, gabinete de acero al carbón con puerta metálica con bisagra y chapa y cerrado con llave, conteniendo leyenda de “Manguera Contra incendio”, el gabinete será pintado de color rojo y albergará la manguera y accesorios de conexión.

CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO.

Es recomendable que las bombas contra incendio sean instaladas en un cuarto de bombas, principalmente porque se deben diseñar y construir con materiales de resistencia al fuego. Se deberá cumplir con el apartado 4.12 de la NFPA 20 dedicado a la protección del equipamiento, es decir, a las bombas contra incendio.

El cuarto de bombas deberá contar con ventilación, iluminación de emergencia, canalización a drenaje para que las bombas contra incendio estén lo más protegidas posibles de las inclemencias del tiempo.

DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO DE LA TAR LAGOS DE MORENO.

COBERTIZO DE BOMBAS DE AGUA CONTRA INCENDIO

BOMBAS DE AGUA CONTRA INCENDIO

El nuevo cobertizo de las bombas de agua contra incendio está constituido por:

- Una (1) bomba principal accionada mediante motor de combustión interna a Diésel.
- Una (1) bomba auxiliar (relevé), accionada por medio de motor de combustión interna a Diésel.
- Una (1) bomba jockey (de presurización), accionada por motor eléctrico.

TABLEROS DE CONTROL LOCAL

Las Bombas de agua contra incendio deben ser monitoreadas y controladas por medio de Tableros de Control (controladores) los cuales, se encuentran localizados a pie de cada una de ellas y serán totalmente independientes uno del otro, y solo tendrán comunicación con su equipo respectivo.

Los Tableros de control locales para las bombas principal y auxiliar (para motor de combustión interna a Diésel), cuentan con un Selector manual-fuera-automático de arranque y para ambas bombas. En el caso de la Bomba de Presurización (Jockey), Su Tablero de control local, cuenta con un selector manual-fuera-automático para el arranque y paro de la misma.

Para el arranque y (en su caso) paro automático de las bombas de agua Contra incendio, cada Tablero de Control local cuenta con un interruptor de presión, que se debe ajustar a valores predeterminados de alta y baja presión, su localización física está dentro del Gabinete de cada Tablero y su toma de presión (impulso) ubicada en la tubería de descarga de cada bomba.

El arranque automático, es efectuado por las señales provenientes de dichos interruptores de presión escalonados a diferentes puntos de ajuste (con un valor en la diferencial de presión de las bombas Contra incendio jockey y la principal de 5 psi; entre la principal y la auxiliar de 10 psi. El paro de dichas bombas debe efectuarse de forma manual; a excepción de la bomba de presurización (Jockey) solo en cuyo caso, el arranque y paro debe ser automático con un valor de ajuste a 165 psig para el arranque y con un valor de presión en la red general de 170 Psig de paro.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OPERACIÓN DE LAS BOMBAS CONTRA INCENDIO

En caso de detectarse disminución de presión en la red general por el uso de alguno de los dispositivos de Contra incendio conectados a la misma (Hidrantes, Monitores, aspersores), la bomba de presurización jockey se activará en forma automática al recibir la señal de baja presión de la red. Si la operación de la bomba jockey no es suficiente para mantener la presión de operación de la red y ésta sigue cayendo, arrancarán las bombas principales de

agua contra incendio, solas en caso de falla en el arranque o no pueda mantener la presión de suministro en el cabezal, deberá entrar y arrancar la bomba auxiliar.

Los instrumentos asociados e interruptores de presión, deberán ser alambrados desde los motores correspondientes a cada bomba y hasta las tabillas de conexiones de cada Tablero.

RED GENERAL DE AGUA CONTRA INCENDIO

En caso de presentarse una fuga o derrame de producto en cualquiera de los tanques de almacenamiento, se generará una nube de mezcla explosiva que de alcanzar el máximo porcentaje del límite inferior de explosividad de los gases o vapores liberados provocará un incendio o incluso una explosión. Por esa razón, se deben de activar inmediatamente las válvulas de diluvio, con el fin de prevenir o extinguir el incendio, el Personal operativo tomara las medidas necesarias y se activen los Monitores-Hidrantes o los Hidrantes (por medio de mangueras), con el fin de formar cortinas de agua que contengan el derrame y eviten la posible ignición del producto derramado.

En caso de presentarse un incendio en la Terminal de Almacenamiento y Reparto, el Personal de campo entrenado en el conocimiento del equipo contraincendio, debe accionar los monitores y preparar los hidrantes con mangueras que se encuentren más cercanos al área del siniestro, provocando también con ello el arranque del sistema de bombeo de agua contra incendio.

SISTEMA PROPORCIONADOR DE ESPUMA CONTRA INCENDIO DE PRESIÓN BALANCEADA

El sistema de Proporcionador de espuma contraincendio de presión balanceada tipo paquete se empleará para proteger contra fuego las siguientes áreas:

- Tanques de almacenamiento.
- Carro tanques
- Llenaderas

COBERTIZO DEL SISTEMA PROPORCIONADOR DE ESPUMA CONTRA INCENDIO

El Sistema Proporcionador de espuma Contraincendio estará integrado por los siguientes componentes los cuales se ubicarán dentro de un Skid:

- Tanque atmosférico horizontal de almacenamiento de Concentrado líquido de espuma sintética del tipo militar AFFF al 3%.
- Proporcionador de solución espumante del tipo venturí modificado.
- Bomba de concentrado de espuma accionada por medio de motor Eléctrico.
- Bomba de concentrado de espuma accionada mediante motor de combustión interna a Diesel.
- El lazo de manómetros y válvula reguladora de presión, cuyo propósito es llevar a cabo el balance de presiones en el Proporcionador y quien lleva a cabo el arranque de las bombas de espuma.

TABLEROS DE CONTROL LOCAL

Las Bombas de espuma contraincendio deben ser monitoreadas y controladas por medio de Tableros de Control (controladores) los cuales, se encuentran localizados a pie de cada una de ellas y serán totalmente independientes uno del otro, y solo tendrán comunicación con su equipo respectivo. Los tableros de Control se listan a continuación:

- Tablero de control local Bomba Auxiliar.
- Tablero de control local Bomba Principal.

El Tablero de control local para motor de combustión interna a Diésel, cuentan con un Selector manual-fuera-automático de arranque y paro de la Bomba Auxiliar. El Tablero de control local para motor eléctrico, cuenta con botones pulsadores de arranque y paro en forma manual de la bomba Principal.

Para el arranque y (en su caso) paro automático de las bombas de espuma Contraincendio, cada Tablero de Control tendrá comunicación directa con el Lazo de control y balanceo de presiones en el Proporcionador. Cuando la presión en el cabezal de distribución de líquido espumante que alimenta a dispositivos contraincendio decaiga por la apertura de alguna de las válvulas de diluvio por el sistema de gas y fuego, el Sistema detectará dicha disminución y la censará en el Proporcionador, el cual para compensar ese desbalanceo de presiones generará una señal y la enviará hacia el Controlador para el arranque automático de la bomba principal de espuma y si no arrancase la primera, generará una siguiente señal para el arranque de la auxiliar.

Las bombas estarán interconectadas a un cabezal de alimentación al Proporcionador y estarán provistas de los controles necesarios para entrar y salir y para responder a la demanda de líquido espumante, escalonadas de acuerdo a una secuencia selectiva determinada por las señales que genere el Proporcionador de solución espumante de acuerdo con la presión de operación de la línea de distribución de agua Contraincendio (170 Psig). Presión bajo la cual trabajará el cabezal de distribución de principal de solución espumante, así como los cabezales secundarios.

El Personal operativo de la Terminal de Almacenamiento y Reparto tendrá la responsabilidad de mantener empacada la red de distribución de espuma, con solución espumante (sintética AFFF del tipo militarizada al 3%) desde la salida del Proporcionador de espuma (perteneciente al Sistema Proporcionador de Espuma) y hasta cada una de las válvulas de diluvio que se encuentran localizadas en los tubos de alimentación a cada una de las áreas a proteger y que conforman el Sistema Contraincendio para la protección de la Terminal de Almacenamiento y Reparto “Lagos de Moreno”.

Corriente debajo de cada válvula de diluvio los tubos de alimentación estarán totalmente vacíos (secos).

Sistema de detección y alarma

Los sistemas de detección y alarma tienen por objeto descubrir rápidamente el incendio y transmitir la noticia para iniciar la extinción y la evacuación. La detección de un incendio puede realizarse mediante estos sistemas:

- Detección humana.
- Instalaciones automáticas de detección de incendios.
- Sistemas mixtos.

Detección Humana ó Manual.

La detección queda confiada a las personas, es imprescindible una correcta formación en materia de incendios, el plan de emergencia debe establecer detalladamente, las acciones a seguir en caso de incendio:

- Localización del incendio y evaluación del mismo.
- Aviso al servicio interno y/o externo de extinción y alarma para evacuación de personas, todo según plan preestablecido.
- Extinción del fuego.

El desarrollo de estas funciones exige la existencia de un Plan de Emergencia y de una formación correcta, que debe incluir:

- Conocimiento y entrenamiento exhaustivo de sus cometidos dentro del plan de emergencia.
- Zonas de riesgo críticas.
- Emplazamiento de pulsadores de alarma y forma de aviso rápido al coordinador de la empresa y a los bomberos.

Detección Automática.

Las instalaciones fijas de detección de incendios permiten la detección y localización automática o semiautomática, accionando los sistemas fijos de extinción de incendios. La detección automática puede vigilar permanentemente zonas inaccesibles a la detección humana. Las funciones del sistema de detección automática de incendios son:

- Detectar la presencia de contacto con un incendio con rapidez, dando una alarma preestablecida (señalización óptica-acústica en un panel o central de señalización).
- La detección ha de ser fiable, antes de sonar la alarma principal, se debe comprobar la realidad del fuego detectado.
- Localizar el incendio en el espacio.
- Ejecutar el plan de alarma, con o sin intervención humana.
- Realizar funciones auxiliares: Transmitir automáticamente la alarma a distancia, disparar una instalación de extinción fija, parar máquinas (aire acondicionado), cerrar puertas, etc.

Los componentes principales de una instalación fija de detección son:

- Detectores automáticos.
- Pulsadores automáticos.
- Central de señalización y mando a distancia.
- Aparatos auxiliares: Alarma general, accionamiento de sistemas de extinción, etc.

Tipos de Detectores Automáticos.

Los detectores automáticos son elementos que detectan el fuego a través de algunos fenómenos que lo acompañan como: gases y humos, temperatura, radiación UV, visible o infrarroja, etc., algunos ejemplos de detectores son:

- Detector de Gases o Iónico.

Utilizan el principio de ionización y velocidad de los iones conseguida mediante sustancia radiactiva, inofensiva para el hombre.

- Detector de Humos Visibles (Óptico de Humos).

Mediante una captación de humos visibles que pasan a través de una célula fotoeléctrica se origina la correspondiente reacción del aparato.

- Detector de Temperatura.

Reaccionan a una temperatura fija para la que han sido preparados.

- Detector de Llama.

Reaccionan frente a las radiaciones, ultravioleta o infrarroja, propias del espectro. Existen tipos que comparan y analizan los fenómenos para tener una respuesta más confiable.

- Detector de gases tóxicos

Un detector de gas tóxico o también conocido como monitor de gas tóxico , es un dispositivo que mide e indica la presencia o la concentración de gases tóxicos en el aire que le rodea . Pueden ser contruidos para uso en una posición fija , tal como aquellos que están montados en una pared , o pueden ser diseñados como dispositivos portátiles con el fin de comprobar si hay gases tóxicos en entornos al aire libre .

Los Detectores de gases tóxicos proporcionan concentraciones de gas en el aire utilizando una medición del orden partes por millón (PPM) . Esto significa que hay una parte de gas tóxico por un millón de partes de aire que se ha medido.

- Detector de gas combustible (mezclas explosivas).

Debe supervisar continuamente la concentración de gas combustible en áreas abiertas y cuando exista una concentración determinada debe enviar una señal al CEP o al Tablero de seguridad para la activación de alarmas audibles y visibles.

El equipo detector debe estar compuesto por dos dispositivos principales: sensor y transmisor.

El transmisor debe procesar la señal proveniente del sensor y la debe reproducir como una señal eléctrica, ya sea proporcional a la condición de calibración del Elemento Primario de Medición (EPM) o como un indicativo de alarma.

El transmisor se debe basar en un microprocesador, para monitoreo continuo de la presencia de concentraciones potenciales de gas combustible.

Pueden ser contruidos para uso en una posición fija, tal como aquellos que están montados en una pared , o pueden ser diseñados como dispositivos portátiles con el fin de comprobar si hay gases tóxicos en entornos al aire libre

Los Detectores de gases tóxicos proporcionan concentraciones de gas en el aire utilizando una medición del orden partes por millón (PPM). Esto significa que hay una parte de gas tóxico por un millón de partes de aire que se ha medido.

SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS.

El sistema de detección y el sistema de extinción, son sistemas diferentes que están íntimamente relacionados, forman la parte medular de un S.C.I. (Sistema Contra Incendios). Cuando un incendio es detectado es necesario responder inmediatamente y esto solo se logra mediante un sistema que funcione de forma óptima, tal es el caso que en el presente trabajo se plantea un sistema que permita una respuesta adecuada cuando se produzca un siniestro.

Con el motivo de proteger la integridad del personal, conservar las instalaciones, medio ambiente y bienes, es necesario actuar de manera inmediata cuando se presente un incendio o algún fenómeno que ponga en riesgo al Terminal. El sistema de detección está diseñado para funcionar ya sea de forma automática o de forma manual, cuando exista presencia de agentes que pongan en riesgo a las instalaciones y al personal la respuesta pueda ser la más rápida, para evitar su propagación y evitar el riesgo en el resto de las instalaciones.

El sistema de detección está compuesto por diferentes dispositivos, que interactúan con el sistema de extinción mediante la activación de actuadores, los que están instalados en todos los lugares de la terminal donde es necesario proteger y en los lugares más apropiados para no interferir con la operación normal de la estación, inclusive el sistema está diseñado para activar de forma remota los dispositivos que forman parte del sistema de extinción.

Un sistema automático de detección y alarma de incendios está constituido fundamentalmente por: un tablero central de control, el mismo que tiene un PLC redundante un IHM (Interfaz Hombre Maquina) para el control y monitoreo de los diferentes elementos y dispositivos del sistema de detección y extinción instalados en la terminal, detectores de incendios, estaciones manuales de alarma, difusores de sonido, circuitos de señalización, etc. esto permite alertar al personal y responder de forma inmediata cuando ocurra algún fenómeno.

Elementos del Sistema de Detección de Incendios de la Terminal de Lagos de Moreno
Controlador Lógico Programable (PLC).

PLC. Estas siglas pueden tener significados como:

Como su nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real, por lo general es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales. Los PLC sirven para realizar automatismos, se puede ingresar un programa en su disco de almacenamiento y con un microprocesador integrado corre el programa, se tiene que saber que hay infinitudes de tipos de PLCs los cuales tienen diferentes propiedades que ayudan a facilitar ciertas tareas. Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar, esta información es recibida por captadores que gracias al programa lógico interno logran implementar a través de los accionadores o actuadores de la instalación.

Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones de detección y mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los preaccionadores y accionadores. Además cumplen la importante función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa.

Entre las ventajas que estos equipos poseen se encuentra que, gracias a ellos es posible ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin mayores costos adicionales, por otra parte, son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo, sin embargo, y como sucede en todos los casos, los controladores lógicos programables, o PLC, presentan ciertas desventajas como es la necesidad de contar con técnicos calificados y preparados específicamente para ocuparse de su buen funcionamiento. Los PLC's de esta terminal reciben señales de entrada de los dispositivos de detección (detectores de mezclas explosivas, detectores de flama, estaciones manuales de alarma, etc.), coordinan el monitoreo y controlan las señales de salida de los actuadores (sirena, luces estroboscópicas, solenoides de las válvulas de diluvio, bombas de concentrado, bombas de agua, etc.), el reporte de fallas y el estado del S.C.I. se puede revisar en un H.M.I.

detector de Flama (FD).

Los detectores de flama son dispositivos de vigilancia en tiempo real, típicamente ubicados a lo largo de las instalaciones con el objeto de alcanzar el área de cobertura específica y asegurar que se cumplan los requerimientos de seguridad del sitio. Cada detector es capaz de proveer señales de alarma por fuego luego de analizar características que permiten identificar que efectivamente se trata de un incendio, o alarma por fallas al equipo de control.

Campo de Visión del Detector de Flama.

Los detectores de flama tienen un ángulo de cobertura o protección aproximado de 100° en el plano horizontal y 95° en el plano vertical, este campo de visión forma una especie de pirámide con vértice en el centro del detector.

Tiene una distancia de captación de flama entre los 44 m, esta distancia puede ser mayor o menor dependiendo del material que esté en combustión y del equipo de detección. El detector de flama deberá montarse apuntando hacia abajo con algún grado de inclinación o

de forma vertical, de modo que el polvo y la humedad no se acumulen sobre las ventanas ópticas de los detectores y para evitar que los rayos solares sean confundidos con llamas.

Sirena de Anuncio de Alarma (H).

La sirena es un dispositivo altavoz amplificado de alta potencia con controles internos y señal audible para servicio en áreas exteriores, cuyo propósito fundamental es el de alertar al recurso humano de la presencia de riesgo para que puedan reaccionar de manera adecuada. La cobertura de estos dispositivos es de tipo direccional por su diseño, por esto no es complicado el posicionamiento y su instalación. Se obtiene la distribución del sonido en todo el rededor del sitio.

Estroboscópica.

Las luces estroboscópicas son señales visuales diseñadas para usarse en instalaciones peligrosas, tanto en interiores como al aire libre. Proporcionan una señal visible que alerta al personal sobre la presencia de peligro en las proximidades del lugar donde está encendiendo la luz estroboscópica.

Botoneras o Estaciones Manuales de Alarma (B).

Las botoneras estarán ubicadas en todas las zonas de mayor riesgo, con la finalidad de que las personas puedan alertar de forma manual la presencia de un incendio, produciendo señales de alarma en el caso de no activarse automáticamente por los detectores del sistema.

Estas botoneras deben ser a prueba de explosión y de doble acción para prevenir cualquier activación por accidente. Al ser activadas envían una señal al controlador y se procede de manera inmediata con la activación la luz estroboscópica y la sirena para dar alarma de la presencia de un siniestro. No activa los contactos de las bombas, las válvulas solenoides u otro equipo de extinción.

Lector Lineal de Calor (LHD).

El Detector Lineal de Calor es un cable que detecta el calor en cualquier punto de su extensión. El cable sensor se compone de dos conductores metálicos aislados individualmente con un polímero sensible al calor, los conductores aislados están trenzados para crear una presión de muelle entre sí, entonces se les envuelve con una funda exterior apropiada para el ambiente en el cual se ha de instalar el detector. Es un sensor de temperatura fija y capaz de activar una alarma cuando alcanza la temperatura de régimen activador. En la temperatura calibrada, el aislador de polímero sensible al calor se rinde contra la presión que censa, permitiendo que los conductores interiores se pongan en contacto y así activen una señal de alarma. Esta acción ocurre en cualquier lugar de la extensión del detector, no se requiere que se caliente una longitud específica para activar la alarma, ni se necesita calibrar el sistema para compensar por cambios de temperatura ambiental. La señal es enviada a una caja de conexiones que está muy cerca del lugar donde está trabajando el LHD, esta caja de conexiones recibe la señal y a su vez envía la información al controlador para accionar los respectivos dispositivos a alarma y extinción.

Panel de Control (CP).

En el panel de control se encuentra el PLC, breakers y botones entre otros dispositivos que interfieren en la parte operacional del Terminal, también se dispone en la parte frontal de una pantalla de computador para el monitoreo y control de las zonas del S.C.I. El mando remoto para activar los actuadores se podrá realizar desde cualquiera de las pantallas (PLC o pantalla de computador) instaladas en el panel de control que sirven como interfaz entre el operador y la maquina (H.M.I.).

Zonificación Y Funcionamiento del Sistema de Detección de Incendios en la Terminal de Lagos de Moreno.

El sistema de detección de Incendios del Terminal Lagos de Moreno está distribuido de formas similar que la Zonificación de las Áreas de Riesgo Del Terminal de Lagos de Moreno, con la diferencia que en el presente capítulo no se realiza detección en la zona de parqueadero o estacionamiento, por ser un lugar donde no es necesaria la detección automática.

Área de Cuarto de Bombas de Producto.

En el cuarto bombas de producto se maneja combustibles inflamables, por medio de la aplicación de la guía para la selección de detectores por tipo de instalación se determina que esta área debe protegerse con los siguientes equipos:

- Detector de flama en el cuarto de bombas de producto.

Podemos seleccionar el detector de flama triple IR o de múltiple longitud de onda, este se utiliza para interiores y en exteriores debe detectar flama a largas distancias con tres bandas seleccionadas en el rango del IR entre 4,0 micrones y 5,0 micrones.

El ángulo del campo de visión debe ser de 90°. La instalación típica de este tipo de dispositivo debe ser como mínimo a una distancia de 50 m (164,041 ft) fuegos de N heptano con un área de 0,093 m² (1 ft²). De acuerdo a la aplicación el detector debe responder a la radiación en el rango de 4,4 micrones, buscando patrones específicos de parpadeo de una flama por hidrocarburos, para confirmar fuego.

- Detector de calor en el cuarto de bombas de producto.

Se sugiere que las estaciones de bombeo sean protegidas por detectores de calor y detectores de flama.

En equipos al aire libre, es conveniente instalar detectores de calor del tipo lineal. Este tipo de detectores es conocido como LHD –Linear Heat Detector- (Detector Lineal de Calor). Los LHD en cualquier parte de su extensión puede detectar la presencia anormal de calor mediante el contacto de sus conductores eléctricos internos al derretirse el polímero que los aísla por efecto del calor.

Los LHD se seleccionan en base a la temperatura ambiente y a la temperatura de alarma.

La norma NFPA 72 recomienda que la ubicación de los LHD se realiza de conformidad con los valores determinados por los fabricantes identificado con la letra S valor que corresponde a la separación que debe existir entre las diferentes pasadas del LHD, y S/Z en

los lugares cercanos a las paredes, cubriendo de forma total toda la instalación, tal como se muestra en la figura, la misma que nos da referencia de cómo debe ir colocados los LHD

Los . detectores de calor LHD se conectan a cajas de conexiones eléctricas como se muestra en la siguiente figura, que llevan la información a los PLC, por medio de otro tipo de cable para proteger la información y evitar falsas alarmas

Estaciones manuales de alarma (BOTONERAS).

Las estaciones manuales de alarma son dispositivos que permiten transmitir una situación de emergencia en una instalación y se instalan en las áreas de riesgo potencial, como unidades de procesos, áreas de almacenamiento, estaciones de bombas, islas de carga, etc.

Las estaciones manuales de alarma deben tener a una altura no mayor a 1.50 m. sobre el nivel del piso. En el cuarto de bombas de producto es suficiente contar con una sola estación manual de alarma la misma que debe estar bien compartida para servir tanto al cuarto de bombas de producto, área de tanques de almacenamiento de la estación de despacho y a las islas de carga, porque las dimensiones de estas áreas no son muy representativas y así lo permiten, además las estaciones manuales solo activan las alarmas visuales y sonoras.

Area de Tanques de Almacenamiento.

El diseño del sistema de detección de la zona de tanques se determina que se debe proteger con:

- Detector de flama en el área de tanques de almacenamiento de la estación reductora.

Para la colocación y ubicación de detectores de flama en los tanques de almacenamiento se considera si el tanque es de techo fijo o de techo flotante. Únicamente los tanques de techo flotante (Tanque de techo plano) incorporan en su sistema de detección a los detectores de flama. Estos tanques ocupan el mismo tipo de detector de flama utilizado en el área anterior. Para el caso de tanques grandes se coloca tres detectores de flama en cada tanque de manera que exista redundancia en la cobertura, esto permite que el sensor tenga una cobertura completa de la superficie del techo de los tanques, para los tanques más pequeños es suficiente con dos detectores de flama colocados en puntos opuestos.

- Detector de calor en el área de tanques de almacenamiento de la estación reductora

Para la colocación y ubicación de detectores de calor en los tanques de almacenamiento se considera si el tanque es de techo fijo ya que únicamente los tanques de techo fijo (Tanque de techo cónico) incorporan en su sistema de detección a los detectores de calor. Estos tanques ocupan el mismo tipo de detector de calor utilizado en el área anterior. La manera de ubicar los detectores de calor LHD en los tanques de almacenamiento es en el techo del mismo, de forma circunferencial e inscrita a la parte periférica del tanque.

- Estaciones manuales de alarma (BOTONERAS) en el área de tanques de almacenamiento de la estación reductora.

Con los criterios presentados anteriormente en el área de cuarto de bombas de producto, las estaciones manuales de alarmas se colocaran en vías de escape, que están en la periferia de los diques para que cualquier persona pueda dar alarma en el momento de un siniestro al mismo instante que está evacuando.

Área de Islas de Carga y Descarga de Combustible.

- Detectores de flama en el área de islas de carga de combustible.

Se sugiere que las islas de carga y descarga pueden estar protegidas por detectores de calor y/o detectores de flama, se considera la aplicación de detectores de flama. La compleja estructura que tiene esta área produce interrupciones de la línea de vista o campo visual del detector en cortas distancias, evitando que el detector pueda monitorear lo que está atrás de los obstáculos, por esto y en base a la norma NFPA 72, la disposición de los sensores es de tal forma que los extremos laterales de la isla de carga y descarga están protegidos por dos detectores apuntando hacia afuera y su campo visual es cruzado en cada uno de los extremos, y en las áreas internas se intercala los detectores en forma cruzada.

En esta área no se aplica el detecto de calor LHD ya que la redundancia de los sensores de flama brindan una gran cobertura.

- Estaciones manuales de alarma (BOTONERAS) en el área de islas de carga.

Se considera una estación de activación manual junto a cada Unidad de Control Local (UCL) en la zona de bahías de carga y descarga de producto, así como una más en cada casa de bombas y cuarto de control.

SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS).

Un sistema instrumentado de seguridad (SIS) se utiliza para proteger un proceso peligroso y para reducir el riesgo de un accidente. Los instrumentos de proceso forman parte de un sistema instrumentado de seguridad. Éste consta de los componentes esenciales de una unidad de proceso completa de seguridad:

- Sensor
- Unidad de procesamiento de seguridad
- Actuador

Como se puede observar un sistema contra incendio es un sistema de seguridad por lo tanto genéricamente es un SIS. Las instalaciones o las unidades son el origen de diferentes riesgos. Por consiguiente, cuantos mayores son los riesgos, mayores son también los requisitos impuestos a la seguridad frente a fallos del sistema instrumentado de seguridad (SIS). Las normas IEC 61508 y IEC 61511 definen cuatro niveles de seguridad diferentes, que describen las medidas para la reducción del riesgo de estos componentes. Estos cuatro niveles de seguridad son el denominado Safety Integrity Level (SIL).

Sistema de paro por emergencia (SPPE)

Componente de un centro de procesos encargado de suspender el manejo de la producción cuando se registra una condición anormal en el proceso, lo cual realiza a través del cierre de válvulas, el paro de motores y el desfogue. Con base en el procedimiento 14 C del API, existen dos tipos de paros-cierre en el complejo:

- Paro por proceso: Aislamiento de una sección determinada, en el cual el sistema cierra válvulas automáticas de corte apropiadas para suspender el flujo a la sección del proceso o bien desvía el flujo a otra sección.
- Paro por emergencia: Define a un sistema de seguridad que lleva el proceso a un estado seguro, mediante el cierre de válvulas de corte para aislar equipos y líneas cuando las condiciones del proceso se salen de los rangos de operación normal que exponen al personal.

El SPPE decidió conectar todos las señales de Paro de Emergencia al controlador del Sistema de gas y fuego.

Los niveles de paro diseñados para esta terminal son:

- Nivel 1: Paro total del complejo.

Está definido como un paro que suspende toda la producción, cierra todas las válvulas de corte automáticas, para todos los motores de servicio. Se activa únicamente desde la IHM de la estación de trabajo del sistema de Gas y Fuego o desde el botón de disparo ubicado dentro cuarto de control. Este paro solamente tendrá efecto cuando se confirme fuego en las bahías de carga y/o descarga de la terminal.

- Nivel 2: Paro total de una plataforma.

Se define como un paro que suspende la operación de solo alguna sección en particular, no obstante, permite continuar con la operación de aquellas áreas que no se encuentren involucradas en el proceso. Es iniciado manualmente por cualquiera de las botoneras de disparo del SPPE ubicadas en diferentes sectores de la terminal.

Una condición de emergencia puede presentarse en cualquier equipo, sin embargo es necesario contar con una serie de instrucciones determinadas por una lógica programable, dado que sería casi imposible predecir todos los escenarios posibles.

Sistema de detección y supresión de gas y fuego

Este sistema de seguridad tiene como función evitar daños causados por alguna fuga de hidrocarburos o la detección de un conato de incendio que pueda provocar un incendio mayor en las instalaciones de la terminal.

Los objetivos principales de este sistema son:

- Monitorear y visualizar las alarmas de fugas de gas combustible y fuego detectado en las válvulas de corte en tanques, casa de bombas, área de llenaderas, área de descargaderas, fosa API y en la Unidad de Recuperación de Vapores de la terminal.
- Descargar automáticamente al sistema agua de diluvio contra incendio, al confirmar una señal de presencia de fuego en alguna de las zonas anteriormente descritas de la Terminal.
- Parar el equipo mecánico al confirmar fugas de gas o fuego alrededor de dicho equipo.

El sistema principal de gas y fuego es un conjunto de dispositivos instalados y cableados localizados en toda la terminal, el cual está diseñado para proteger al centro de procesos y

al personal que en el labora, el equipo de bombeo (salvaguarda las bombas principales de llenaderas y descargaderas).

Los equipos que integran el sistema de gas y fuego son los siguientes:

Panel de sistemas de gas y fuego. Localizado en el cuarto de control de la terminal de almacenamiento, contiene el sistema de disparos/detección redundante, una Interfaz Hombre-Máquina (IHM) y la configuración lógica del sistema, una impresora encargada de imprimir los registros de eventos que provoquen el disparo del sistema.

El PLC del sistema de gas y fuego recibe una señal de alguno de los sensores de campo, la cual es enviada a la IHM del operador, cuando una señal de campo es confirmada, éste activa la alarma general de la terminal y automáticamente pone en operación el sistema de agua de diluvio contra incendio, con el propósito de mitigar la situación anómala.

También cuenta con el modo de operación manual, como medida de prevención para aislar los detectores para mantenimiento o prueba, dicha acción debe ser activada por el operador mediante un botón del HMI y el evento se registra.

En la IHM, el operador tiene la capacidad de visualizar las diferentes alarmas que se encuentran monitoreadas, conocer el tipo de alarma y operar manualmente los dispositivos de agua de diluvio contra incendio.

Esta matriz causa-efecto es el resultado de un análisis previo de los posibles escenarios que podrían presentarse, así como de la recomendaciones del equipo que diseñó las instalaciones, para que previo al arranque, se tenga previstos los diferentes movimientos a realizarse, en base a los equipos con los que cuenta la plataforma, para mantener siempre las instalaciones bajo control.

IV.8 RECOMENDACIONES

Es necesario que se indiquen claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, como se señala en la presente Guía

En el **ANEXO 9** se presenta la tabla de recomendaciones (conforme tabla 30 de la guía), el programa calendarizado (tabla 31 guía) y el seguimiento del cumplimiento de las recomendaciones (tabla 32 guía)

Las recomendaciones técnico operativas resultantes de la metodología empleada se presentan a continuación:

- 1. Se deberá de elaborar un programa de Seguridad, en el que se contemplen las siguientes inspecciones:**

Inspecciones preventivas de riesgos

Considera la inspección de las siguientes áreas:

Tanques de Almacenamiento y Tuberías

Área de Bombas

Cobertizos Contra incendio

Llenaderas y descargaderas de autotanques

Subestaciones Eléctricas y CCM

Registros Eléctricos.

Edificios Administrativos, talleres, Almacén y Comedor.

Recibo y Medición

Laboratorio

Autotanques de Reparto Local y Foráneos

La actividad se establece que se debe inspeccionar cada área por lo menos dos veces por año.

Revisión y conservación de equipo de protección personal.

Botiquines de primeros auxilios

Regaderas de agua de emergencia y lavaojos

Equipo autónomo con cilindro de aire comprimido 15 min.

Trajes de bomberos.

Equipo de protección personal de acercamiento al fuego

La revisión establecida es semanal.

Platicas de seguridad

Simulacros operacionales

Pláticas y prácticas contra incendio

Simulacros contra incendio

Vigilancia y control de la salud de los trabajadores

2. Se deberá de elaborar un programa de Calibración preventiva de líneas y equipos

Los equipos considerados en este programa son los siguientes:

- Tuberías de casa de bombas a descarga de auto tanques.
- Tubería de casa de bombas a llenaderas de auto tanques.
- Tuberías de recibo de tanques verticales de almacenamiento.
- Tuberías de salida de tanques verticales de almacenamiento
- Casa de bombas (accesorios y partes de bombas).
- Sistemas de protección contra incendio (accesorios y partes de bombas).
- Tuberías red contra incendio.
- Red agua de servicios.
- Tanques verticales de almacenamiento.
- Auto tanques.

Para esta actividad se establece que se deberán calcular el espesor mínimo requerido y la velocidad de desgaste. Se deberán archivar los resultados en expedientes específicos por circuito así como los isométricos respectivos.

3. Se deberá de elaborar un programa de Revisión y calibración de nipleria.

Los equipos considerados en este programa son los siguientes:

Circuito Gasolina Magna
Circuito gasolina Premium
Circuito Pemex Diesel
Circuito Contra incendio

Para esta actividad se establece que primeramente tendrán que elaborar o actualizar el censo de nipleria por circuitos, identificar en los isométricos. Las revisiones deben efectuarse cuando el circuito este fuera de operación. la revisión deberá ajustarse al tiempo programado de paro jerarquizando la nipleria por circuitos y equipos críticos,

revisándose cada 1.5 años; para equipos no críticos revisar cada 5 años. Registrar la información en formatos específicos.

4. Se deberá de elaborar un programa de Revisión de espárragos en bridas de Tubería.

Circuito Gasolina Magna

Circuito gasolina Premium

Circuito Pemex Diesel

Circuito Contra incendio

5. Se deberá de elaborar un programa de vigilancia e inspección de los dispositivos o sistemas que deben operar en casos de emergencia, dicho programa deberá comprender las siguientes actividades:

- Revisión y Calibración de Válvulas de Seguridad-Relevo.
- Revisión y Prueba de Protecciones en equipo crítico.
 - Revisión y prueba de detectores de mezclas explosivas.
 - Revisión y prueba de detectores de fuego.
- Revisión, Prueba y Limpieza de Drenajes.
- Prueba de Válvulas Checks.
- Líneas de Producto.
- Prueba de Alarmas.
- Alarmas por Alto Nivel en Tanques de Almacenamiento.
- Revisión y Conservación de Equipo Portátil contra incendio.
- Revisión y Conservación de Extintores.
- Revisión y prueba anual de mangueras C.I.
- Exposímetros, con sus bitácoras de registro de calibración.
- Revisión y Conservación de Alarmas sectoriales.
- Revisión y prueba anual de líquido espumante AFFF.
- Revisión y Conservación de Equipo y Sistema Fijo contra incendio.
 - Red y Válvulas de agua contra incendio, hidrantes y monitores.
 - Tanques para agua contra incendio.
 - Bombas de agua contra incendio.
 - Prueba anual de presión y flujo de bombas contra incendio.
 - Sistemas de anillos de enfriamiento.
 - Sistemas de espuma (presión balanceada).
 - Bombas contra incendio.
 - Cámaras de espuma.
 - Portamangueras contra incendio.

- Revisión y prueba del sistema de aspersión en casa de bombas, llenaderas y descargaderas.
- 6. Contar con programas de capacitación al personal de nuevo ingreso, personal de planta, personal técnico y personal operativo.
- 7. Contar con programa de capacitación en seguridad para todo el personal.
- 8. Contar con programa de capacitación y entrenamiento para emergencias originadas por insumos químicos.
- 9. Contar con política o procedimiento que norme o regule el entrenamiento del personal de mantenimiento.
- 10. Contar con la información de riesgos e higiene de las sustancias que se manejen.
- 11. Contar con políticas corporativas de seguridad y protección ambiental y asegurarse de que todo el personal que labora en la planta las conozca.
- 12. Contar con manual de procedimientos de seguridad y protección ambiental donde se contemple capacitación de personal de nuevo ingreso como el que labora en: manejo de materiales peligrosos, selección y dotación de equipo de protección personal, señalización y avisos de riesgos, reporte de condiciones peligrosas, autorización de trabajos peligrosos, reporte e investigación de accidentes, obtención de atención médica y protección ambiental.
- 13. Contar con Hojas de Seguridad de las sustancias a manejar en las cuales se describan los procedimientos a realizar en caso de una emergencia donde se especifiquen los riesgos a la salud, incendio o explosión, indicaciones en caso de fuga o derrames, precauciones especiales, los teléfonos a los cuales hay que comunicarse y las propiedades fisicoquímicas del fluido. Las hojas de seguridad deberán colocarse en el lugar donde se maneje cada sustancia.
- 14. Colocar señalamientos de seguridad en lugares estratégicos de la Terminal.
- 15. Contar con equipo de protección personal destinado y ubicado en las áreas donde pueda ocurrir una emergencia y entrenar al personal para su uso adecuado.
- 16. Contar con programa de comunicación de riesgos y proporcionar información al personal sobre las acciones de emergencias en caso de fugas de materiales peligrosos.
- 17. Contar con programa de mantenimiento para la protección contra la corrosión de las instalaciones, así como para el mantenimiento de válvulas y accesorios, líneas de transporte, sistemas e instrumentos de control, sistemas y dispositivos de protección y seguridad.
- 18. Contar con programas de inspección de tuberías donde se aplique la medición de espesores de pared de tuberías, vibración, protección anticorrosiva, protección mecánica, radiografiado de tuberías y pruebas de dureza después de aplicar soldadura, pruebas hidrostáticas antes de instalar tubería nueva.
- 19. Elaborar Programa de Protección Civil y presentarlo a la autoridad municipal y estatal.
- 20. Cuando entre en operación el proyecto implantar el Programa para la Prevención de Accidentes.
- 21. Solicitar al contratista el procedimiento de soldadura y certificado de calificación del personal encargado de la actividad.

22. Solicitar al constructor los registros de las pruebas radiográficas de la tubería.
23. Ya en operación, elaborar el Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), en el cual se incluyan todos los procedimientos de emergencia con los que contará la Terminal; además donde se establezca que la empresa promotora deberá de estar en coordinación con Protección Civil municipal y estatal para la atención de cualquier emergencia que se llegue a presentar.
24. Incluir dentro de un programa, el mantenimiento al sistema contra incendio, que se instalará en la Terminal, y aplicarlo por lo menos una vez al mes, y contar con una lista de verificación de las condiciones de dicho sistema.
25. Realizar simulacros de incendio (por lo menos dos veces al año) de tal manera que se evalúe la capacidad de respuesta del personal para la atención de una emergencia,
26. Elaborar y poner en práctica una lista de verificación que asegure la correcta operación de los equipos a instalar en la Terminal, tales como: bombas, tanques de almacenamiento, tuberías de conducción, autotankers y diques de contención, principalmente.
27. Mantener actualizados los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTIs).
28. Probar regularmente los sistemas de control de las variables del proceso de Recepción, Entrega y Almacenamiento, los dispositivos de paro automático del proceso y el paro de emergencia.
29. Toda la señalización de las tuberías, equipos y componentes, así como vialidades, rutas y salidas de emergencia, entre otras, debe mantenerse visible y en buen estado, cumpliendo con la normatividad nacional aplicable.
30. En los tanques para almacenamiento de combustibles, realizar la verificación y pruebas de hermeticidad periódicas para cumplir con los estándares API 650.
31. Instalar dispositivos para determinar la dirección del viento en puntos estratégicos de la Terminal de manera que sean visibles desde cualquier punto de la instalación. Así mismo, incluir el mantenimiento de los mismos en el programa anual de la instalación.
32. Instalar pararrayos en los tanques para almacenamiento de combustible.
33. Realizar la medición anual de la red de tierras físicas y pararrayos por lo menos cada doce meses, mediante un laboratorio acreditado ante la ema y conforme a la NOM-022-STPS-2015.
34. Verificar periódicamente el estado del sello y de la membrana flotante interna en los tanques para almacenamiento, así como la medición del nivel de explosividad dentro del tanque, para asegurar su buen funcionamiento y eficiencia de la membrana.
35. Considerar que las Válvulas de Presión de Vacío cuenten con arrestador de flama.
36. Considerar que los diques para contención de derrames sean específicos/individuales para cada uno de los tanques para almacenamiento de combustibles, ya que al ser compartidos son de mayor dimensiones, lo cual repercute en mayor dimensión de los radios de afectación encaso de presentarse un incendio por el derrame de combustible.
37. Ya en operación, realizar la evaluación de la conformidad de la NOM-EM-003-ASEA-2016.

RECOMENDACIONES CONFORME A NOM-EM-003-ASEA-2016.

1. Realizar el estudio hidrológico, hidráulico y de socavón y en base a los resultados, realizar la ingeniería de detalle del proyecto.
2. Considerar el diseño e instalación de la red de tierras físicas y pararrayos en base a lo que solicita la NOM-EM-003-ASEA-2016.
3. En materia de atención a emergencias, considerar el diseño de frentes de ataque acordes a Tabla 11 de la NOM-EM-003-ASEA-2016.

IV.9 RESUMEN

El Análisis de Riesgo, elaborado para la TAR Lagos de Moreno buscó identificar los posibles escenarios de riesgo dentro de las instalaciones del proyecto, con el fin de generar controles que minimicen los efectos de los riesgos identificados (asegurar la continuidad operacional de las instalaciones, manejo de los riesgos, mantener la integridad física del personal, mantener una estrategia de protección y reducción de dichos riesgos e implementar una mejora continua de la seguridad). Es decir, si se registrara un evento no deseado en las instalaciones, se provocarían alteraciones de las condiciones de operación normales a tal punto que se requeriría de actuaciones automáticas o acciones manuales por parte del personal de operación, para llevar a las instalaciones a una condición segura y estable. De no ejecutarse tales acciones se alcanzarían parámetros inadmisibles que conllevaría un daño en las instalaciones del proyecto y daños a personal.

El presente estudio consistió en la identificación, jerarquización, evaluación de consecuencias, “efecto dominó” y recomendaciones derivadas de los puntos antes señalados.

Como primera parte se determinaron los posibles escenarios de riesgo (sucesos iniciadores) en las instalaciones del proyecto, mediante el empleo de la metodología *Check List*, empleada para definir las actividades, instalaciones y sustancias que podrían ser iniciadores de un evento indeseado, posteriormente se llevó a cabo la técnica para la identificación y jerarquización de riesgos inicial denominada *HAZOP*, para esta metodología se llevaron a cabo reuniones con el personal que está diseñando la planta, con las características físico-químicas del proyecto se identificaron 29 posibles escenarios de riesgo en combinación con las **Matrices de Riesgo para la aplicación en PEMEX y Organismos Subsidiarios**.

Con la aplicación de las matrices antes mencionadas se seleccionaron solo aquellos escenarios que estuvieran dentro de la categoría B y A del principio ALARP.

Para estos escenarios identificados, se procedió aplicar la metodología LOPA, es decir se calculó la frecuencia del evento iniciante y las consecuencias del mismo.

De acuerdo con los eventos identificados, se establecieron tres escenarios principales por efectos de inflamabilidad y explosividad.

Para los efectos de inflamabilidad de la gasolina, el caso catastrófico sería por un incendio en el tanque de almacenamiento TK-13, el modelo reportó una Zona de Alto Riesgo con un radio de afectación de 158 m, mientras la zona de amortiguamiento fue de 299 m, otro de los escenarios que podría producirse, sería una explosión, para este escenario se reportó una zona de alto riesgo de 227 m y la zona de amortiguamiento de 363 m.

Cabe mencionar que los efectos por sobrepresión para el empleo de gasolina, solo se da bajo ciertas condiciones, es decir solo puede presentarse en el caso de que la nube de vapores inflamables se encontrará en un grado de confinamiento elevado (dentro de una nave industrial ó cuarto de proceso cerrado), para el caso del proyecto, los tanques de almacenamiento se ubicarán en una área totalmente abierta donde el aire dispersará la nube de vapores para evitar la mezcla explosiva.

Los escenarios antes mencionados son considerados los más representativos para los casos probables, dadas las características de las sustancias empleadas para determinar la evaluación de consecuencias.

De acuerdo con el análisis efectuado en los incisos anteriores y de acuerdo a lo considerado anteriormente podemos afirmar que los escenarios tratados en este estudio junto con las capas de protección adicionales propuestas, se sitúan en el rango de 10^{-5} a 10^{-16} , para el

riesgo de incendio y/o explosión de vapor no confinada, con definición de Remoto (Improbable en la vida útil del sistema) para el evento iniciante en las derrame en tanque de almacenamiento, Increíble (Muy difícil que ocurra) para los eventos, la rotura de la tubería de descarga de carros tanque, y la fuga por la desconexión de un auto tanque en llenaderas, es Remoto.

Así mismo es muy importante mencionar que el sistema de gas y fuego es denominado “Sistema de Seguridad Funcional” o “Sistema Integrado de Seguridad” y se encarga de todas las actividades de monitoreo y protección de cada uno de los activos principales de la planta, así como de las personas que en ella laboran. Este sistema se basa en tecnología de PLC de última generación, que a diferencia del sistema de control de procesos, tiene certificación **SIL 2** que asegura una alta disponibilidad y gran tolerancia a fallas.

Este sistema de control tiene como su principal actividad monitorear cada uno de los sensores de mezclas explosivas y sensores de fuego instalados en las zonas de mayor riesgo de la terminal, así como actuar las válvulas contra incendio tanto de la línea de agua como de la línea de suministro de agua- espuma.

El sistema de Gas y Fuego tiene una configuración redundante en todos sus componentes, redundancia en fuentes, procesadores y tarjetas de I/O que garantizan una alta disponibilidad del equipo. Así mismo, las tarjetas que lo conforman tienen la capacidad de ser removidos en caliente (Energizados) y no requieren configuración o intervención de algún operador para reanudar su funcionamiento. Este sistema cuenta con una interfase HMI que permite verificar las condiciones en las que se encuentra tanto el sistema como la terminal, muestra las alarmas y el status de cada uno de los sensores de mezclas y fuego. En el caso de que el Sistema de Gas y Fuego detecte presencia de “Fuego” en alguna de las zonas clasificadas de la planta, emitirá una alarma luminosa y audible mediante los semáforos y sirenas instalados de manera estratégica dentro de la planta y será necesario una confirmación manual por parte del operador, ya sea en campo como en cuarto de control, para iniciar el sistema de mitigación de fuego Agua-Espuma.

El SISTEMA DE PARO POR EMERGENCIA se encarga del paro total o parcial de la planta en caso de que existiera alguna condición insegura dentro de las instalaciones y obedece a la activación de cualquiera de las señales provenientes de los hongos de paro de emergencia instalados de forma estratégica en cada una de las llenaderas, descargaderas, casa de bombas y en el cuarto de control.

Este es un sistema ciego, lo cual quiere decir que no cuenta con interfase Hombre máquina (HMI) y se encuentra configurado en los mismos PLC's del sistema de Gas y Fuego, pero si cuenta con comunicación directa vía Hard-Wire, en otras palabras, cuenta con una conexión por cable directo punto a punto con el sistema de control de proceso.

Este sistema tiene la capacidad de interrumpir de manera inmediata la operación de cada una de las bombas de movimiento de producto, el cierre de las válvulas de corte y la comunicación hacia el sistema de control de proceso para indicarle que todo debe irse a un estado seguro.

Este sistema está basado en una arquitectura redundante en todos sus componentes con certificación **SIL 2**.

El sistema de paro por emergencia tiene como finalidad proteger a los equipos y sistemas involucrados en la operación de la terminal, cuando se presentan condiciones anormales de operación, como puede ser muy alta presión de operación (posible bloqueo) o una muy baja presión de operación (posible fuga); además de derrames, inundaciones, incendios, temblores, tormentas, accidentes de vehículos o del FFCC, etc.

De acuerdo a la siguiente tabla si la TAR Lagos de Moreno cuenta con componentes con certificación SIL 2 el factor de reducción será de >100 a $< 1,000$ y la disponibilidad de seguridad será de >99 a < 99.9

Adicionalmente se realizó el análisis de efecto dominó, donde se determinaron las posibles afectaciones cercanas a las instalaciones (equipos), personal y a la población, para el caso de un evento donde se empleo la gasolina, este solamente afectará a las instalaciones de la TAR Lagos de Moreno; así mismo se determinó que la probabilidad de tener afectaciones sobre la población vecina es muy remota ya que se encuentran fuera de las áreas de riesgo (a 500 metros aproximadamente), sin embargo, el proyecto contará con los sistemas de seguridad adecuados para prevenir en primer instancia y, en su caso, controlar la fuga, detenerla y evitar la exposición de la población.

Finalmente con el empleo de las medidas de seguridad por implementar, se pretende que no existan eventos no deseados, sin embargo hay que tener en consideración que es probable la existencia de los escenarios descritos, identificados y evaluados.

Como se ha venido mencionando, es importante tomar en consideración en la Ingeniería Básica y de Detalle las posibles desviaciones de las operaciones normales de las instalaciones, evitando con ello que tales desviaciones, progresen hasta convertirse en accidentes. Así que se deberá prevenir la ocurrencia de aquellos sucesos que no podrían ser interrumpidos y conseguir condiciones estables y aceptables después de ocurrido el accidente: Para ello las instalaciones dispondrán de los sistemas de seguridad encargados de controlar y otorgar protección que permitirán recuperar las instalaciones y devolverlas a una situación segura, aplicando los procedimientos y prácticas adicionales, así como tener bajo control por la ocurrencia de eventos no deseados.

IV.10 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO.

En el **ANEXO 11** se presenta el informe técnico.

V IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

ANEXO 1	DOCUMENTOS LEGALES
ANEXO 2	PLANOS DEL PROYECTO
ANEXO 3	PROGRAMA DE OBRAS
ANEXO 4	HOJA DE SEGURIDAD DE LA GASOLINA PREMIUM, GASOLINA MAGNA, DIESEL Y ADITIVO
ANEXO 5	MATRICES DE EMPLEADAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
ANEXO 6	RESULTADOS DEL CHECK LIST
ANEXO 7	HOJAS DE TRABAJO, RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA HAZOP Y JERARQUIZACIÓN DE LOS NODOS ANALIZADOS
ANEXO 8	RESULTADOS DE LOS MODELOS DE SIMULACION PLANOS DE RADIOS DE AFECTACION
ANEXO 9	TABLA DE RECOMENDACIONES (CONFORME TABLA 30 DE LA GUÍA) PROGRAMA CALENDARIZADO (TABLA 31 GUIA) TABLA DEL SEGUIMIENTO DEL CUMPLIMIENTO DE LAS RECOMENDACIONES (TABLA 32 GUIA)
ANEXO 10	PLANOS DEL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO
ANEXO 11	RESUMEN TECNICO
ANEXO 12	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL